



TUGAS AKHIR - TM 091585

**ANALISA DAN PEMODELAN RENCANA
PENGEMBANGAN KAPASITAS TERMINAL
PETIKEMAS (STUDI KASUS TERMINAL
NILAM, PT.PELINDO III, CABANG TANJUNG
PERAK SURABAYA)**

**KASMAN BATUBARA
NRP. 2113 105 034**

**Dosen Pembimbing
Ir. Sudiyono Kromodiharjo, Msc., PhD**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2016**



FINAL PROJECT - TM 091585

***ANALYSIS AND MODELLING OF TERMINAL CAPACITY
DEVELOPMENT PLANS(CASE STUDY : NILAM TERMINAL , PT.
PELINDO III, TANJUNG PERAK SURABAYA BRANCH)***

**KASMAN BATUBARA
NRP. 2113 105 034**

**Counselor Lecturer
Ir. Sudiyono Kromodiharjo, Msc., PhD**

**MECHANICAL ENGINEERING DEPARTMENT
Faculty of Industrial Technology
Institute Technology of SepuluhNopember
Surabaya
2016**

**ANALISA DAN PEMODELAN RENCANA
PENGEMBANGAN KAPASITAS TERMINAL
PETIKEMAS (STUDI KASUS TERMINAL NILAM,
PT.PELINDO III, CABANG TANJUNG PERAK
SURABAYA)**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik

Pada

Program Studi S-1 Jurusan Teknik Mesin

Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

KASMAN BATUBARA

NRP. 2113105034

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir

1. Ir. Sudiyono Kromodihardjo, MSc. Phd(Pembimbing)
NIP 19520801 197803 1 005

2. Ir. Witantyo, M.Eng.Sc(Penguji 1)
NIP 19630314 198803 1 003

3. Dr. Eng. Sutikno, ST., MT(Penguji 2)
NIP 19740703 200003 1 001

4. Ari Kurniawan Saputra, ST, MT(Penguji 3)
NIP 19860401 201504 1 001

SURABAYA

Juli 2016



**ANALISA DAN PEMODELAN RENCANA PENGEMBANGAN
KAPASITAS TERMINAL
(STUDI KASUS : TERMINAL NILAM, PT. PELINDO III,
CABANG TANJUNG PERAK SURABAYA)**

Nama : Kasman Batubara
NRP : 2113105034
Jurusan : Teknik Mesin FTI-ITS
Dosen Pembimbing : Ir. Sudiyono Kromodiharjo, Msc., PhD

ABSTRAK

Terminal Nilam Timur salah satu terminal *Domestic* handalan pelabuhan Tanjung Perak. Terminal Nilam atau Terminal Multipurpose ini berada di arah barat dari arah pelabuhan ujung. Sampai saat ini rata-rata kedatangan kapal per bulannya mencapai 46 kapal dan jumlah produksi petikemas mencapai 21.567 box/bulan. PT. Pelindo III berencana mengembangkan kapasitas Terminal Nilam sebesar 20%. Untuk mengatasi kedatangan kapal yang cukup tinggi yang nantinya akan menyebabkan terjadinya antrian kapal maka perlu dilakukan evaluasi pengembangan infrastruktur dan fungsi Terminal. Kemungkinan terjadinya antrian kapal disebabkan oleh lamanya waktu bongkar muat karena minimnya alat yang digunakan, dan kurangnya area *Container yard*. Maka dari itu tugas akhir ini bertujuan memodelkan proses bongkar muat di terminal tersebut dengan bantuan *software* simulasi. Dan membuat beberapa solusi alternative untuk mengurangi *waiting time* dan antrian kapal.

Metode perencanaan pengembangan terminal petikemas ini dibahas dan disimulasikan dengan menggunakan metode simulasi. Pertama membuat model awal yang berfungsi sebagai model referensi. Data *Inputan* yang di pakai dalam simulasi ini diambil di Terminal Nilam. Data yang diambil meliputi data kedatangan kapal, data jumlah produksi, *lay out* dermaga, fasilitas bongkar muat dan kapasitasnya, jumlah truk pengangkut, luas *area Container yard* dan kapasitasnya. Kemudian melakukan *verifikasi* model awal apakah sudah sesuai untuk mewakili sistem bongkar muat dengan keadaan sebenarnya. Jika model awal sudah dapat berjalan pada simulator dengan baik, selanjutnya membuat beberapa model sesuai dengan *variasi* penambahan fasilitas bongkar muat yang sudah direncanakan. *Variasi* yang diberikan meliputi

penambahan *Container Crane*, penambahan truk, penambahan *area Container yard*, dan mengatur waktu pengambilan *Container* dari *yard* untuk dibawa keluar terminal.

Dari penulisan Tugas Akhir ini, diperoleh alternatif yang terbaik untuk mengurangi antrian kapal di terminal nilam yaitu dengan menambah jumlah alat bongkar muat petikemas *Container Crane*(CC) 1 unit, *Rubber Tyred Gantry (RTG)* 1 unit dan menambah *area Container yard* seluas 0.4 Ha. Alternatif ini dapat menurunkan waktu antrian mencapai 20 jam dari model referensi.

Kata Kunci : Kinerja terminal Petikemas, Simulasi, waktu antrian, model skenario

**ANALYSIS AND MODELLING OF TERMINAL CAPACITY
DEVELOPMENT PLANS
(CASE STUDY : NILAM TERMINAL , PT. PELINDO III, TANJUNG PERAK
SURABAYA BRANCH)**

Student Name : **Kasman Batubara**
NRP : **2113105034**
Departement : **Teknik Mesin FTI-ITS**
Advisor : **Ir. Sudiyono Kromodiharjo, Msc., PhD**

ABSTRACT

East Nilam terminal is one of Domestic terminal port of Tanjung Perak. Nilam terminal or Multipurpose Terminal is located at the west end of the harbor. Until now, the average ship arrivals per month to reach 46 ships and total production reached 21 567 container box / month. PT. Pelindo III plans to expand capacity by 20% Terminal Nilam. To cope with the arrival of the vessel high enough that would cause the vessel queue is necessary to evaluate the development of infrastructure and terminal functions. The possibility of the ship queue caused by the length of time loading and unloading because the lack of tools that are used, and the lack of Container yard area. Therefore this paper aims to model the process of loading and unloading at the terminal with the help of simulation software. And made some alternative solutions to reduce the waiting time and queues ship.

Container terminal development planning methods are discussed and simulated using simulation methods. First step is to create the initial model that serves as a reference model. Input data which is use for the simulation is taken at Terminal Nilam. The data includes captured ship arrivals, data on the number of production, lay out the docks, loading and unloading facilities and capacity, the number of trucks, container yard area and capacity. Then the next steps is to verify the initial model that already in line to represent the loading and unloading system with the real situation. If the initial model is able to run on the simulator well, then make several models according to variations in the addition of loading and unloading facilities are already planned. Variations provided include the addition of container cranes, truck additions, additional container yard area, and set the capture time from the container yard to carry out the terminal.

From the writing of this paper, we obtained the best alternative to reduce queues ship terminal patchouli is to increase the number of loading and unloading equipment container ie Container Crane (CC) 1 unit, Rubber Tyred Gantry (RTG) 1 unit and add area Container yard area of 0.4 Ha. These alternatives can reduce the queuing time up to 20 hours from the reference model.

Keywords: Performance Container terminal , Simulation , Time queues , Model Scenarios



DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Abstrak	ii
Daftar Isi	v
Daftar Gambar	ix
Daftar Tabel	xi

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Batasan Masalah	6
1.5 Manfaat Penelitian	6

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka	7
2.2 Dasar Teori	8
2.2.1 Sistem Pelabuhan Laut	8
2.2.2 Terminal Petikemas	9
2.2.3 Tata Letak Terminal Petikemas.....	10
2.2.4 Perlengkapan Bongkar Muat Petikemas.....	11
2.2.5 Aspek Kinerja Pelabuhan Yang Diukur.....	16
2.2.6 Teori Sistem dan Pemodelan.....	17
2.2.6.1 Definisi dan Klasifikasi Sistem.....	17
2.2.6.2 Definisi Pemodelan.....	18
2.2.7 Simulasi.....	19
2.2.7.1 Definisi, Tujuan dan Penerapan Simulasi	19
2.2.7.2 Kelebihan dan Kekurangan dari Penggunaan Simulasi.....	19
2.2.7.3 Simulator.....	21
2.2.8 Verifikasi dan Validasi Model Simulasi.....	22
2.2.8.1 Verifikasi Model.....	22
2.2.8.2 Validasi Model	23

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian.....	25
3.2 Prosedur Penelitian.....	27
3.2.1 Studi Lapangan, Studi Literatur dan Identifikasi	



Permasalahan.....	27
3.2.2 Perumusan Masalah.....	27
3.2.3 Pengumpulan Data.....	27
3.2.4 Pengolahan Data.....	27
3.2.5 Pembuatan Model Simulasi.....	28
3.2.6 Verifikasi Model	28
3.2.7 Menjalankan Simulasi	29
3.2.8 Validasi Model.....	29
3.2.9 Pembuatan Model Alternatif dan Running Model.....	29
3.2.10 Analisa Data.....	31
3.2.12 Penarikan Kesimpulan.....	31

BAB 4 PEMODELAN SISTEM DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Gambaran Umum Sistem	32
4.1.1 Kedatangan Kapal.....	33
4.1.2 Proses Bongkar Muat Petikemas pada kapal	33
4.1.3 Proses Bongkar Muat Petikemas di Container Yard.....	33
4.2 Pembuatan Model Simulasi <i>Extend</i>	34
4.2.1 <i>Input</i> Kedatangan Kapal.....	34
4.2.2 Proses Bongkar Muat petikemas di Dermaga.....	35
4.2.3 Proses Bongkar Muat petikemas di Continer Yard	36
4.3 <i>Running</i> Model Referensi.....	38
4.3.1 Antrian Kapal pada Model Referensi.....	38
4.3.2 Model Referensi Proses Bongkar Muat di dermaga.....	39
4.3.3 Antrian truk di Yard pada Model Referensi.....	40
4.3.4 Hasil Model Referensi pada Proses Bongkar Muat di yard	41
4.3.5 Antrian truk di dermaga pada Model Referensi.....	42
4.4. <i>Running</i> Model dengan Penambahan Produksi Sebesar 20%.....	44
4.4.1 Antrian Kapal pada Model dengan Penambahan Produksi Sebesar 20%	44
4.4.2 Hasil Model simulasi Proses Bongkar Muat di dermaga dengan Penambahan Produksi Sebesar 20%.....	46
4.4.3 Antrian Truk di Yard Model dengan Penambahan Produksi Sebesar 20%.....	46
4.4.4 Hasil model pada Proses Bongkar Muat di yard dengan Penambahan Produksi Sebesar 20%.....	47
4.4.5 Antrian Truk di Dermaga pada Model dengan	



Penambahan Produksi Sebesar 20%.....	49
4.5 Pembuatan dan <i>Running Model</i> Alternatif dengan Penambahan Produksi Sebesar 20%.....	51
4.5.1 Simulasi dengan Penambahan 1 unit <i>container crane</i> (CC)	51
4.5.1.1 Antrian Kapal pada model alternative dengan penambahan 1 unit <i>Container Crane (CC)</i>	53
4.5.1.2 Hasil Model Alternatif Proses Bongkar Muat di dermaga dengan penambahan 1 unit <i>Container</i> <i>Crane (CC)</i>	54
4.5.1.3 Antrian Truk di Yard pada Model Alternatif Dengan penambahan 1 unit <i>Container Crane (CC)</i> ...54	
4.5.1.4 Hasil model alternatif pada Proses Bongkar Muat di Yard dengan penambahan 1 unit <i>Container</i> <i>Crane (CC)</i>	56
4.5.1.5 Antrian Truk di Dermaga pada model alternatif Dengan penambahan 1 unit <i>Container Crane (CC)</i>	57
4.5.2 Simulasi dengan Penambahan 1 unit <i>Rabber Trayed</i> <i>Gatry (RTG)</i>	59
4.5.2.1 Antrian Kapal dengan Penambahan 1 unit <i>Rubber</i> <i>Tyred Gantry (RTG)</i>	60
4.5.2.2 Hasil Proses Bongkar Muat di dermaga dengan Penambahan 1 unit <i>Rubber Tyred Gantry (RTG)</i>	62
4.5.2.3 Antrian truk di Yard dengan Penambahan 1 unit <i>Rubber Tyred Gantry (RTG)</i>	62
4.5.2.4 Hasil Proses Bongkar Muat di yard dengan Penambahan 1 unit <i>Rubber Tyred Gantry (RTG)</i>	63
4.5.2.5 Antrian truk di dermaga dengan Penambahan 1 unit <i>Rubber Tyred Gantry (RTG)</i>	65
4.6 Penataan Layout Container yard.....	67
4.6.1 Layout container yard sebelum Penataan.....	67
4.6.2 Layout container yard sesudah Penataan dan Penambahan luas Area.	68

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan.....	71
5.2 Saran.....	71

DAFTAR PUSTAKA	73
-----------------------------	----



DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Jumlah Produksi <i>Container</i> Terminal Nilam tahun 2015....	3
Tabel 4.1 Jumlah kedatangan kapal bulan januari sampai bulan September 2015.....	33
Tabel 4.2 Hasil Simulasi Antrian Kapal di Dermaga.....	39
Tabel 4.3 Hasil simulasi referensi berupa <i>Berth Time</i> dan Kedatangan kapal bulan Maret.....	39
Tabel 4.4 Hasil simulasi referensi berupa <i>Berth Time</i> dan Kedatangan kapal bulan September.....	39
Tabel 4.5 Hasil Simulasi Antrian Truk di Yard.....	41
Tabel 4.6 Hasil Simulasi Antrian Truk di Dermga sisi Selatan.....	43
Tabel 4.7 Hasil Simulasi Antrian Truk di Dermaga sisi Utara.....	44
Tabel 4.8 Hasil Simulasi Antrian Kapal di Dermaga dengan penambahan produksi sebesar 20%.....	45
Tabel 4.9 Hasil simulasi referensi berupa <i>Berth Time</i> dan Kedatangan kapal dengan penambahan produksi sebesar 20%.....	46
Tabel 4.10 Hasil Simulasi Antrian Truk di Yard dengan penambahan produksi sebesar 20%.....	47
Tabel 4.11 Hasil Simulasi Antrian Truk di Dermga sisi Selatan dengan penambahan produksi sebesar 20%.....	50
Tabel 4.12 Hasil Simulasi Antrian Truk di Dermaga sisi Utara dengan penam bahan produksi sebesar 20%.....	51
Tabel 4.13 Hasil Simulasi Antrian Kapal di Dermaga dengan penambahan 1 unit <i>Container Crane</i>	54
Tabel 4.14 Hasil simulasi alternatif berupa <i>Berth Time</i> dan Kedatangan kapal dengan penambahan 1 unit <i>Container Crane</i>	54
Tabel 4.15 Hasil Simulasi Antrian Truk di Yard dengan penambahan 1 unit <i>Container Crane</i>	55
Tabel 4.16 Hasil Simulasi Antrian Truk di Dermga sisi Selatan Dengan penambahan 1 unit <i>container crane</i>	58
Tabel 4.17 Hasil Simulasi Antrian Truk di Dermaga sisi Utara dengan penambahan 1 unit <i>container crane</i>	59
Tabel 4.18 Hasil Simulasi Antrian Kapal di Dermaga dengan penambahan 1 unit <i>Rabber Trayed Gatry</i> (RTG)	61



Tabel 4.19 Hasil simulasi alternative berupa <i>Berth Time</i> dan Kedatangan kapal dengan Penambahan 1 unit <i>Rabber Trayed Gatry</i> (RTG).....	62
Tabel 4.20 Hasil Simulasi Antrian Truk di Yard dengan penambahan 1 unit <i>Rabber Trayed Gatry</i> (RTG)	63
Tabel 4.21 Hasil Simulasi Antrian Truk di Dermaga sisi Selatan dengan penambahan 1 unit <i>Rabber Trayed Gatry</i> (RTG)	66
Tabel 4.22 Hasil Simulasi Antrian Truk di Dermaga sisi Utara dengan penambahan 1 unit <i>Rabber Trayed Gatry</i> (RTG)	67



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Grafik Arus petikemas, curah kering, curah cair dan general cargo 5 tahun terakhir di Pelindo III.....	1
Gambar 1.2 Layout Terminal Nilam.....	2
Gambar 1.3 Grafik produksi petikemas saat ini dan penambahan sebesar 20%.....	3
Gambar 1.4 Konsep Sistem kedatangan Kapal dan proses bongkar muat di terminal nilam.....	4
Gambar 2.1 Container crane	12
Gambar 2.2 Rubber Tied Gantry	13
Gambar 2.3 Harbour Mobile Crane	14
Gambar 2.4 Stradler Loader	15
Gambar 2.5 Container Forklift	15
Gambar 2.6 Side Loader	16
Gambar 2.7 Contoh Penggunaan Extend.....	22
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	26
Gambar 3.2 konsep model alternatif pengembangan Terminal Nilam.....	30
Gambar 4.1 Area Terminal Nilam.....	32
Gambar 4.2 Model simulasi kedatangan kapal.....	35
Gambar 4.3 Model simulasi Proses Bongkar Muat petikemas Pada Kapal.....	36
Gambar 4.4 Model simulasi Proses Bongkar Muat petikemas di Continer Yard.....	37
Gambar 4.5 Grafik antrian kapal dan waktu tunggu pada model Referensi	38
Gambar 4.6 Grafik antrian truk dan waktu tunggu di yard pada model Referensi	40
Gambar 4.7 Grafik penggunaan yard pada model Referensi.....	41
Gambar 4.8 Grafik antrian truk dan waktu tunggu di dermaga sisi Selatan pada model Referensi.....	42
Gambar 4.9 Grafik antrian truk dan waktu tunggu di dermaga sisi Utara pada model Referensi.....	43
Gambar 4.10 Grafik antrian kapal dan waktu tunggu setelah penambahan produksi 20%.....	45
Gambar 4.11 Grafik antrian truk dan waktu tunggu di yard setelah penambahan produksi 20%.....	46



Gambar 4.12	Grafik penggunaan yard setelah penambahan produksi 20%.....	48
Gambar 4.13	Grafik antrian truk dan waktu tunggu di dermaga sisi selatan setelah penambahan produksi 20%.....	49
Gambar 4.14	Grafik antrian truk dan waktu tunggu di dermaga sisi Utara setelah penambahan produksi 20%.....	50
Gambar 4.15	Model simulasi Proses Bongkar Muat petikemas Pada Kapal Dengan Penambahan 1 Unit <i>Container Crane (CC)</i>	52
Gambar 4.16	Grafik antrian kapal dan waktu tunggu dengan Penambahan 1 Unit <i>Container Crane (CC)</i>	53
Gambar 4.17	Grafik antrian truk dan waktu tunggu di yard Dengan Penambahan 1 Unit <i>Container Crane (CC)</i>	55
Gambar 4.18	Grafik penggunaan yard Dengan Penambahan 1 Unit <i>Container Crane (CC)</i>	56
Gambar 4.19	Grafik antrian truk dan waktu tunggu di dermaga sebelah Selatan Dengan Penambahan 1 Unit <i>Container Crane (CC)</i>	57
Gambar 4.20	Grafik antrian truk dan waktu tunggu di dermaga sebelah utara Dengan Penambahan 1 Unit <i>Container Crane (CC)</i>	58
Gambar 4.21	Model simulasi Proses Bongkar Muat petikemas di Continer Yard dengan Penambahan 1 unit <i>Rabber Trayed Gatry (RTG)</i>	60
Gambar 4.22	Grafik antrian kapal dan waktu tunggu dengan Penambahan 1 unit <i>Rabber Trayed Gatry (RTG)</i>	61
Gambar 4.23	Grafik antrian truk dan waktu tunggu di yard dengan Penambahan 1 unit <i>Rabber Trayed Gatry (RTG)</i>	62
Gambar 4.24	Grafik penggunaan yard dengan Penambahan 1 unit <i>Rabber Trayed Gatry (RTG)</i>	64
Gambar 4.25	Grafik antrian truk dan waktu tunggu di dermaga sisi Selatan dengan Penambahan 1 unit <i>Rabber Trayed Gatry (RTG)</i>	65
Gambar 4.26	Grafik antrian truk dan waktu tunggu di dermaga sisi utara dengan Penambahan 1 unit <i>RTG</i>	66
Gambar 4.27	Area container yard sebelum penataan.....	68
Gambar 4.28	Area container yard sesudah penataan.....	69
Gambar 4.29	Area <i>Container yard</i> sesudah penambahan 0.4 Hektar.....	70

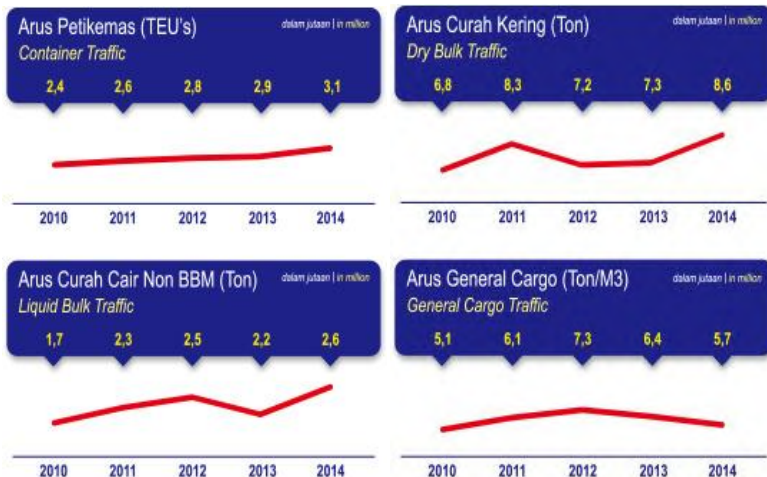


BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sebuah terminal petikemas memiliki peran penting dalam dunia perdagangan dan bisnis nasional maupun internasional. Saat ini pengiriman barang yang dilakukan melalui jalur laut menjadi prioritas pertama dalam pengiriman barang antar pulau di Indonesia dan antar negara, terutama untuk barang-barang yang tergolong berat, besar, riskan, dan berjumlah banyak. PT Pelabuhan Indonesia III (Persero) menerapkan klasterisasi atau penataan ruang bongkar muat (*dedicated area*) pada beberapa Terminal di Pelabuhan Tanjung Perak, Surabaya, Jawa Timur.

Pada 5 tahun terakhir arus petikemas merupakan produksi yang terus mengalami kenaikan pada setiap tahunnya jika dibandingkan dengan arus curah kering, curah cair dan general cargo. Gerafik produksi tersebut dapat dilihat pada gambar 1.1 sebagai berikut :

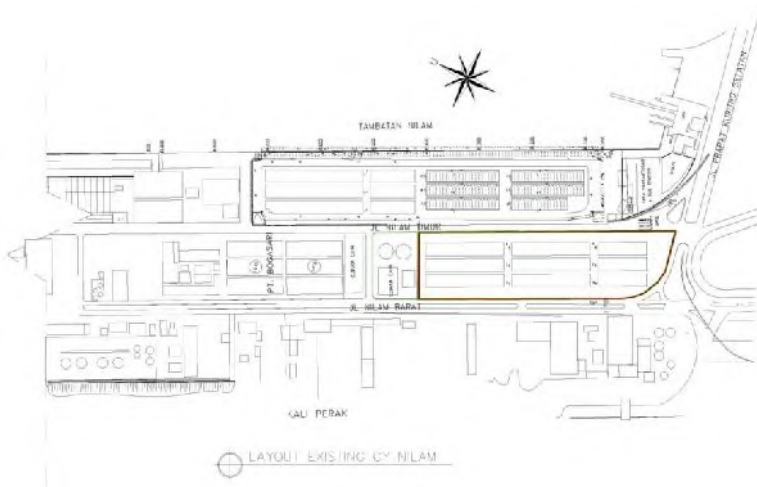


Gambar 1.1 Grafik Arus petikemas, curah kering, curah cair dan general cargo 5 tahun terakhir di Pelindo III, Cabang Tanjung Perak (Sumber Pelindo III, Cabang Tanjung Perak Surabaya)



Di Pelabuhan Tanjung Perak, Pelindo III dan anak usahanya saat ini mengoperasikan beberapa terminal laut yang melayani bongkar muat petikemas domestik dan Internasional diantaranya Jamrud, Nilam, Mirah, Kalimas, Berlian, Terminal Petikemas Surabaya (TPS), dan Terminal Teluk Lamong.

Dermaga Nilam memiliki panjang 350 meter dengan luas lapangan penumpukan 3,4 Ha. Terminal Nilam Timur salah satu terminal domestik handalan pelabuhan Tanjung Perak, dan selain petikemas domestic terminal ini juga melayani curah cair. Terminal Nilam atau Terminal Multipurpose ini berada di arah barat dari arah pelabuhan ujung. Layout Terminal nilam dapat dilihat pada gambar 1.2 di bawah ini.



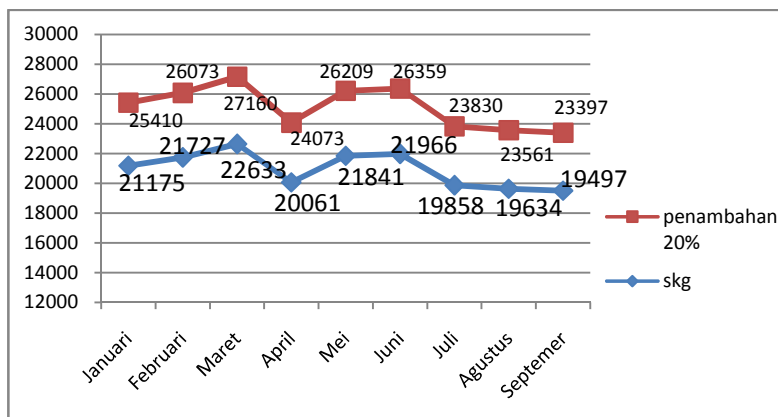
Gambar 1.2 Layout Terminal Nilam (sumber:Nilam Timur)

Peningkatan pertumbuhan ekonomi Jawa Timur dan wilayah Indonesia Timur menyebabkan arus barang dengan petikemas yang dikirim melalui jalur laut terus mengalami pertumbuhan yang cukup baik. Peningkatan arus tersebut dipicu oleh kian diminatinya sarana pengiriman barang dengan petikemas oleh kalangan pelaku usaha. Hal ini ditunjukkan pada table 1.1 dibawah ini :



Tabel 1.1 Jumlah Produksi petikemas Terminal Nilam tahun 2015
(Sumber :Nilam Timur)

BULAN	GET IN (box)	GET OUT (box)	TOTAL
Januari	11600	9575	21175
Februari	11598	10129	21727
Maret	10976	11657	22633
April	9231	11830	20061
Mei	11322	11519	21841
Juni	11429	11537	21966
Juli	8227	11631	19858
Agustus	8661	10973	19634
September	10014	9483	19497
TOTAL			188392
RATA-RATA			20933

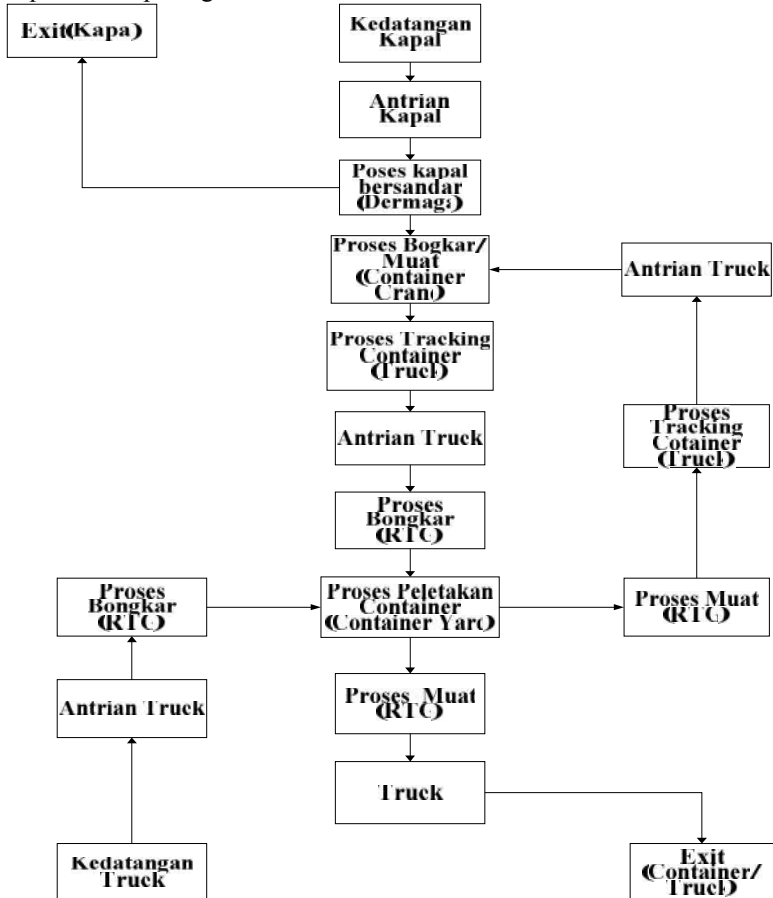


Gambar 1.3 Grafik produksi petikemas saat ini dan penambahan sebesar 20%

Dari grafik 1.3 menunjukkan bulan Januari sampai bulan Maret arus petikemas cenderung mengalami kenaikan tapi pada bulan April terjadi penurunan dan kembali naik sampai bulan Juni kemudian kembali turun pada bulan Juli sampai bulan september. Besarnya jumlah petikemas yang masuk maupun yang keluar akan mengakibatkan



padatnya jadwal kedatangan kapal. Sampai saat ini rata-rata kedatangan kapal per bulannya mencapai 46 kapal dengan rata-rata jumlah produksi petikemas mencapai 20933 box/bulan. PT. Pelindo III berencana mengembangkan kapasitas Terminal Nilam sebesar 20% . Konsep sistem kedatangan kapal dan proses bongkar muat di Terminal Nilam dapat dilihat pada gambar 1.4 dibawah ini.



Gambar 1.4 Konsep sistem kedatangan kapal dan proses bongkar muat di Terminal Nilam



Rencana pengembangan ini dilakukan karena besarnya arus kedatangan kapal dan naiknya produksi petikemas. Minimnya alat bongkar muat kapal yang hanya menggunakan 3 unit *Container Crane (CC)* menyebabkan waktu kapal didermaga semakin lama. Kurangnya *area Container yard* akan berdampak terhadap antrian kapal karena lamanya waktu pemindahan petikemas dari truk ke *yard* akan menyebabkan terjadinya antrian truk sehingga terjadi penumpukan dan pengangkutan petikemas dari kapal akan terlambat. Setiap tahunnya peningkatan produksi petikemas di Terminal Nilam ini naik sebesar 15-20 % pertahun, naiknya jumlah produksi ini akan sama dengan peningkatan kedatangan kapal sehingga menyebabkan antrian kapal dan *waiting time* nya semakin tinggi. Jika *waiting time* tinggi maka akan merugikan pihak kapal dan pelabuhan. Untuk mengantisipasi terjadinya antrian kapal yang akan menimbulkan kerugian maka dilakukan peningkatan kapasitas terminal. Pengembangan ini difokuskan pada penambahan *Container Crane (CC)* sehingga dapat mempercepat waktu bongkar muat, penambahan *Rubber Tyred Gantry (RTG)*, dan perluasan *area Container yard*. Parameter ini diambil karena saling berhubungan dan kemungkinan menjadi penyebab terjadinya antrian kapal.

Dengan simulasi ini dapat diperkirakan penyebab terjadinya antrian kapal dan dapat diketahui berapa jumlah kapal yang sedang antri. Pada simulasi ini juga dapat direncanakan penambahan *Container Crane (CC)*, penambahan *Rubber Tyred Gantry (RTG)* dan penambahan *area Container yard* tanpa mengganggu aktivitas kerja dilapangan sehingga didapatkan jumlah peralatan yang digunakan untuk menaikkan produksi sebesar 20%. Digunakan metode simulasi karena dengan metode ini dapat memodelkan proses riil di lapangan. Maka dengan simulasi ini akan lebih mudah mendapatkan solusi perencanaan yang sesuai.

1.2 Perumusan Masalah

Dari latar belakang di atas, permasalahan yang akan dibahas adalah

1. Bagaimana Mengevaluasi kondisi sekarang dan mendapatkan problem yang menyebabkan antrian kapal dan *waiting time* tinggi.
2. Mengusulkan peralatan atau fasilitas bongkar muat yang dipakai untuk pencapaian kenaikan produksi sebesar 20 %.
3. Bagaimana menata ulang layout.



1.3 Tujuan

Tujuan penyusunan Tugas Akhir ini adalah:

1. Membuat model simulasi yang mewakili sistem bongkar muat di Terminal Nilam.
2. Membuat model alternatif desain atau operasi untuk mengurangi antrian kapal dan *waiting time*.
3. Mendapatkan alternatif solusi yang terbaik.

1.4 Batasan Masalah

2. Data yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah data 9 bulan terakhir tahun 2015 milik Terminal Nilam, Pelabuhan Tanjung Perak, PT. Pelindo III, Surabaya.
3. Proses bongkar muat yang ditinjau adalah pada saat kapal datang sampai muatan dipindahkan ke truk pengangkut kemudian ditumpuk di *Container Yard* dan dibawa keluar terminal, petikemas yang sudah disiapkan di *Container yard* kemudian diangkat menggunakan truk untuk dimuat ke kapal.
4. Alternatif desain diuji dengan simulasi dengan bantuan perangkat lunak EXTEND Seri 6.

1.5 Manfaat

Manfaat dari penulisan Tugas Akhir ini adalah:

1. Mengetahui dan memahami proses sistem bongkar muat petikemas pada Terminal Nilam, Pelabuhan Tanjung Perak, Surabaya.
2. Dapat membantu perusahaan menentukan jumlah fasilitas bongkar muat untuk kinerja yang lebih optimal dalam pengembangan kapasitas terminal.



BAB II

DASAR TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka

Pertumbuhan transportasi barang dalam kontainer telah menciptakan banyak masalah untuk pelabuhan. Keterbatasan sarana dan prasarana yang tidak mendukung di pelabuhan memungkinkan akan menurunkan kinerja pelabuhan sehingga pelayanan yang diberikan tidak maksimal. Kondisi seperti ini akan menimbulkan masalah yaitu semakin tingginya waktu bongkar muat kapal (*dwelling time*) di Pelabuhan terutama pada saat kondisi sibuk. Kegiatan bongkar muat kapal di pelabuhan dapat berjalan lancar apabila penggunaan alat bongkar muat terdistribusi dengan baik.

Pada penelitian terdahulu yang dilakukan **Chuanyu Chen (2006)**, yang membuat jurnal berjudul *Simulation and Optimization of Container Yard Operations: A survey*. Penelitian tersebut diambil pada dermaga di Singapore, menyoroti manajemen pelabuhan peti kemas dari alokasi tata letak dan scheduling peralatan bongkar muat. Fokus penelitian ini terletak pada yard management. Tujuannya adalah untuk meminimalisasi waktu tunggu atau yang tidak produktif pada container yard dengan mengoptimalkan waktu dan jarak yang ditempuh oleh pergerakan alat pemindah container.

Permasalahan pada penelitian tersebut diformulasikan sebagai mixed integer programming model dan diselesaikan dengan teknik Lagrangian relaxation. Selain itu juga digunakan pendekatan penelitian dengan neural network dan tabu search.

Ada pula penelitian **Shell Ying Huang (2010)**, membuat jurnal dengan judul *Capacity Analysis of Container Terminals Using Simulation Techniques*. Penelitian tersebut diambil pada dermaga di Singapura, penelitian ini bertujuan menentukan kapasitas terminal, simulasi percobaan mengambil batas bawah dan batas atas pada kapasitas dan melakukan pencarian biner. Simulasi berjalan untuk memperkirakan kapasitas dermaga kemudian dirancang sedemikian rupa sehingga dalam percobaan, feeding mulus dari halaman ke crane dermaga ini selalu terjamin. Ini berarti bahwa setiap kali crane dermaga siap untuk offload wadah untuk penggerak atau untuk mengambil kontainer dari penggerak utama, penggerak utama selalu siap di bawah



crane dermaga, sehingga crane dermaga akan menemukan nol waktu tunggu untuk penggerak utama.

Adapun penelitian yang dapat menunjang Tugas Akhir ini, penelitian oleh **Sabila Fatimah (2012)**, yang melakukan penulisan tugas akhir dengan judul Meningkatkan Kinerja Pelayanan Bongkar Muat Dengan Penambahan Kapasitas Dermaga Melalui Metode Simulasi (Studi Kasus PT Berlian Jasa Terminal Indonesia). Penelitian tersebut diambil pada PT Berlian Jasa Terminal Indonesia yang bertujuan mengoptimalkan fungsi pelabuhan dan mengurangi jumlah antrian kapal yang terjadi. Penyelesaian penelitian menggunakan pendekatan simulasi dengan software EXTEND Seri 6. Solusi pemecahan permasalahan pada penelitian tersebut menawarkan beberapa alternatif layout dengan penambahan kapasitas dermaga sehingga akhirnya dicari keputusan yang terbaik untuk mengoptimalkan kerja pelabuhan dengan nilai investasi yang sesuai.

2.2. Dasar Teori

2.2.1 Sistem Pelabuhan Laut

Pengertian secara umum, pelabuhan adalah sebuah fasilitas di ujung samudera, sungai, atau danau untuk menerima kapal dan memindahkan barang kargo maupun penumpang ke dalamnya. Pelabuhan biasanya memiliki alat-alat yang dirancang khusus untuk memuat dan membongkar muatan kapal-kapal yang berlabuh. Crane dan gudang berpendingin juga disediakan oleh pihak pengelola maupun pihak swasta yang berkepentingan. Sering pula disekitarnya dibangun fasilitas penunjang seperti pengalengan dan pemrosesan barang. Ditinjau dari sub sistem angkutan (Transport), maka pelabuhan adalah salah satu simpul dari mata rantai kelancaran angkutan muatan laut dan darat.

Jadi secara umum pelabuhan adalah suatu daerah perairan yang terlindung terhadap badai/ombak/arus, sehingga kapal dapat berputar(turning basin), bersandar/membuang sauh, sedemikian rupa sehingga bongkar muat atas barang dan perpindahan penumpang dapat dilaksanakan; guna mendukung fungsi-fungsi tersebut dibangun dermaga (*piers or wharves*), jalan, gudang, fasilitas penerangan, telekomunikasi dan sebagainya, sehingga fungsi pemindahan muatan dari/ke kapal yang bersandar di pelabuhan menuju pelabuhan selanjutnya dapat dilaksanakan. Ditinjau dari sistem transportasi keseluruhan, pelabuhan laut adalah terminal yaitu titik pertemuan antara penumpang dan barang masuk dan keluar dari sistem yang merupakan



satu komponen fungsi utama sistem transportasi. Sehingga pelabuhan adalah bagian dari sistem transportasi yang tidak dapat dipisahkan.

Sistem pelabuhan laut terdiri dari dua elemen utama, yaitu elemen sarana atau kapal dan elemen prasarana (fasilitas pelabuhan). Antara sarana dan prasarana pelabuhan memiliki kaitan yang erat, perkembangan teknologi sarana angkutan laut sebisa mungkin diimbangi dengan perkembangan teknologi prasarana pelabuhan. Hal ini merupakan konsekuensi dari timbulnya dimensi kecepatan dan kemandirian dalam transportasi laut. Bongkar muat merupakan kegiatan yang dilakukan di pelabuhan, yaitu mengeluarkan barang dari kapal dan memasukkan barang dari darat ke kapal.

2.2.2. Terminal Petikemas

Terminal petikemas adalah tempat perpindahan moda (*interface*) angkutan darat dan angkutan laut. Terminal petikemas merupakan suatu area terbatas (*districted area*) mulai petikemas diturunkan dari kapal sampai dibawa keluar ke pintu pelabuhan. Pengiriman barang dengan menggunakan petikemas telah banyak dilakukan dan volumenya terus meningkat dari tahun ketahun. Pengangkutan dengan menggunakan petikemas memungkinkan bermacam-macam barang digabung menjadi satu dalam Petikemas sehingga aktivitas bongkar muat dapat dimekanisasikan. Hal ini dapat meningkatkan jumlah muatan yang bisa diangkut sehingga waktu bongkar muat menjadi lebih cepat.

Terminal Petikemas merupakan pertemuan antara angkutan laut dan angkutan darat yang menganut sistem unitisasi (*unitization of cargo system*), dan petikemas (*container*) sebagai wadah/gudang, alat angkut yang dilayani oleh terminal/pelabuhan petikemas ini, jika dirinci fungsi inti dari Terminal Petikemas antara lain :

1. Penerimaan armada kapal.
2. Tempat pemuatan dan pembongkaran Petikemas dari kapal-truk atau sebaliknya.
3. Pengemasan dan pembongkaran Petikemas (CFS).
4. Pengawasan dan penjagaan Petikemas beserta muatannya.
5. Pelayanan cargo *handling* Petikemas dan lapangan penumpukannya.

Dalam perencanaan Pelabuhan yang merupakan tempat aman untuk berlabuhnya kapal, dan Terminal transfer Petikemas/cargo atau tempat pertemuan moda darat dan laut, jaringan, pintu gerbang



perdagangan dan keberadaan industri (Salim Abbas, 1995), maka perlu adanya penilaian terhadap investasi, yang meliputi penggunaan alur pelayaran, fasilitas tambat/Dermaga, fasilitas bongkarmuat, pergudangan, dan lainnya.

Beberapa faktor yang harus dipertimbangkan dalam perencanaan pengembangan Terminal Petikemas/Pelabuhan, antara lain :

1. Pertumbuhan ekonomi hinterland.
2. Perkembangan industri yang terkait dengan Pelabuhan.
3. Data arus barang (cargo flow), saat ini dan perkiraan akan datang.
4. Jenis komoditi yang keluar/masuk.
5. Tipe dan ukuran kapal yang akan masuk Pelabuhan.
6. Alur masuk/keluar menuju laut (waterfront)
7. Ketersediaan alat bongkar muat, lapangan penumpukan, dan gudang.
8. Tenaga kerja bongkar muat, Operator handling, dan komunikasi.
9. Struktur organisasi operator Terminal, dokumentasi, SDM, dan dampak lingkungan.
10. Analisa ekonomi dan keuangan.
11. Aspek teknis : Fisik, Hidrolik, Nautik.

Untuk memutuskan suatu investasi dalam menetapkan Master Plan Pelabuhan/Terminal sangat dibutuhkan pertimbangan ekonomi dengan perkiraan arus Petikemas (barang/cargo) pada masa akan datang, berdasarkan komoditi perdagangan yang keluar/masuk Pelabuhan dari Pelabuhan asal/tujuan, serta kinerja operasional Pelabuhan, saat sekarang dan perkiraan 5-10 tahun yang akan datang.

2.2.3. Tata Letak Terminal Petikemas

Tata letak pada Terminal Petikemas adalah sebagai berikut :

1. *Berth Apron*, tempat dimana kapal dapat bersandar serta peralatan bongkarmuat diletakkan.
2. *Container Yard (CY)*, sebagai tempat penumpukan Petikemas yang akan dibawa ke dan dari kapal. Lapangan ini berada di daratan dan permukaannya diberiperkerasan agar dapat mendukung beban berat dari Petikemas dan peralatanpengangkatnya.



Metode pengoperasian Petikemas di Pelabuhan ditinjau dari segi pelayanannya, maka dapat dibedakan menjadi (Triatmojo, 1996):

1. LCL, disini pelayanan terbatas yaitu Port to Port Service yang artinya pengirim membawa muatannya ke CFS, kemudian muatan tersebut dikumpulkan sesuai dengan alamat yang dituju. Dalam satu Petikemas dimungkinkan lebih dari satu macam muatan.
2. FCL, disini pelayanan penuh yaitu Door to Door Service yang artinya angkutan petikemas bermula dari pengirim dan berakhir di penerima tanpa membongkar isinya. Hal ini dimungkinkan karena hanya ada satu macam muatan dan alamat penerimanya.

Dari uraian diatas muncul beberapa cara pengangkutan Petikemas selama berada di Terminal , yaitu:

1. Metode *Sea-land*, pengangkutan petikemas menggunakan *truck trailer*, Petikemas dari kapal diangkat oleh *crane* dan dipindahkan ke *truck trailer* dan dibawa ke lapangan penumpukan untuk diletakkan berjejer bukan ditumpuk, metode ini butuh *Container Yard* (CY) yang luas namun sedikit menggunakan operator.
2. Metode Matson, Petikemas diangkut dengan menggunakan *crane* untuk disusun, dalam metode ini dibutuhkan *crane* yang lebih banyak dari pada *trailer*, sehingga *Container Yard* yang dibutuhkan lebih kecil.

2.2.4. Perengkapan Bongkar Muat Petikemas

Penanganan (*handling*) Petikemas di Pelabuhan terdiri dari kegiatan-kegiatan sebagai berikut :

1. Mengambil Petikemas dari kapal dan meletakkannya di bawah portal *Container Crane*.
2. Mengambil dari kapal dan langsung meletakkannya di atas *Chassis Head Truck* yang sudah siap di bawah *Container Crane*, yang akan segera mengangkutnya keluar pelabuhan.
3. Memindahkan petikemas dari suatu tempat penumpukan untuk ditumpuk di tempat lainnya di atas *Container Yard* yang sama.
4. Melakukan shifting petikemas, karena petikemas yang berada ditumpukan bawah akan diambil sehingga petikemas yang menindihnya harus dipindahkan lebih dahulu.



5. Mengumpulkan (mempersatukan) beberapa petikemas dari satu shipment ke satu lokasi penumpukan (tadinya terpecah pada beberapa lokasi/kapling).

Alat bantu bongkar muat Petikemas secara berturut-turut dapat digambarkan sebagai berikut:

a. Container Crane

Kecepatan kerja bongkar muat Petikemas dengan cara Hook Cycle berjalan cukup cepat yaitu kurang lebih 2 sampai 3 menit per box. Dengan demikian produktivitas *hook cycle* berkisar 20 sampai 25 box tiap jam. *Hook Cycle* adalah waktu yang diperlukan dalam proses pekerjaan bongkar muat kapal dihitung sejak takap atau *spreader* disangkutkan pada muatan, diangkat untuk dipindahkan ke tempat yang berlawanan di Dermaga atau kapal. Gambar *container crane* dapat dilihat pada gambar 2.1 dibawah ini:



Gambar 2.1 *Container Crane*

(sumber: <https://www.google.co.id/search?imgr=container+crane&rlz>)

b. *Transtainer / Rubber Tyred Gantry*

Alat ini disebut juga dengan *RTG (Rubber Tyred Gantry)* fungsinya adalah untuk mengatur tumpukan petikemas, memindahkan Petikemas dari arah depan dan belakang. Cara kerjanya adalah mengambil petikemas pada tumpukan paling bawah dengan cara terlebih dahulu memindahkan petikemas yang menindihnya, memindahkan (*Shifting*) Petikemas dari satu tumpukan ke tumpukan lainnya. Contoh RTG dapat dilihat pada gambar 2.2 dibawah ini.



Gambar 2.2 Rubber Tyred Gantry

(sumber: <https://www.google.co.id/search?imager=rubber+tyred+gantry>)

c. *Harbour Mobile Crane (HMC)*

Harbour Mobile Crane (HMC) merupakan alat bongkar muat yang memiliki kelebihan *mobile* (berpindah-pindah tempat). Prinsip kerja HMC sama seperti *Gantry Crane* yaitu mengambil muatan dari kapal untuk diturunkan ke dermaga/langsung ke armada *truck* atau sebaliknya. Dengan *Hook Cycle* untuk bongkar muat petikemas adalah 15 sampai 20 box tiap jam.

HMC dianggap cocok untuk dermaga yang tidak terlalu luas karena tidak memerlukan *space* yang terlalu lebar dibandingkan dengan *Gantry Crane*. Juga kelebihan lain adalah *mobile*, bisa berpindah-pindah. Kekurangan HMC adalah kecepatan dan kemampuan mengangkat beban tidak sebesar *Gantry Crane*. Gambar HMC dapat dilihat pada gambar 2.3 di bawah ini:



Gambar 2.3 *Harbour Mobile Crane*

(sumber: [https://www.google.co.id/imeger=harbour mobile crane](https://www.google.co.id/imeger=harbour+mobile+crane))

d. *Stradler Loader*

Kendaraan ini sama dengan jenis *staddler carrier* tetapi tidak dilengkapi dengan alat kemudi, gerakannya hanya maju, mundur atau depan dan belakang lokasi semula. Fungsi alat ini adalah untuk mengatur tumpukan petikemas dilapangan penumpukan (*CY*) antara lain menyiapkan petikemas yang akan dimuat oleh *container crane* atau sebaliknya mengambil petikemas yang baru dibongkar dari kapal, dibawah kaki/*portal container crane*, guna dijauhkan ketempat lain agar tidak menghalangi petikemas lainnya yang baru dibongkar. Gambar 2.4 adalah contoh dari *Stradler Loader*.



Gambar 2.4 *Stradler Loader*

(sumber: <https://www.google.co.id/imgres?imgres=stradler+loader>)

e. *Container Forklift*

Truck garpu angkat yang khusus digunakan untuk mengangkat petikemas ini (bukan mengangkut muatan dalam rangka *stuffing*) bentuknya tidak berbeda dari *Forklift truck* lainnya tetapi daya angkatnya jauh lebih besar, lebih dari 20 ton dengan jangkauan lebih tinggi supaya dapat mengambil petikemas dari (atau meletakkan pada) susunan tiga atau empat *tier* bahkan sampai lima *tier*. Contoh *Container Forklift* dapat dilihat pada gambar 2.5 dibawah ini.



Gambar 2.5 *Container Forklift*

(sumber: <https://www.google.co.id/imgres-on-forklift+handling+empty>)



f. *Side Loader*

Kendaraan ini mirip *Forklift* tetapi mengangkat dan menurunkan petikemas dari samping. *Side Loader* digunakan untuk menurunkan dan menaikkan petikemas dari dan ke atas *trailer* atau *chasis* dimana untuk keperluan tersebut *trailer* atau *chasis* dibawa kesamping *loader*. Kegiatan memuat dan membongkar petikemas menggunakan *side loader* memerlukan waktu lama karena sebelum mengangkat petikemas, kaki penopang *side loader* (*jack*) harus dipasang dahulu supaya *loader* tidak terguling ketika mengangkat petikemas. Contoh *Side Loader* dapat dilihat pada gambar 2.6 dibawah ini.



Gambar 2.6 *Side Loader*

(sumber: <https://www.google.co.id/imgres-on-transportmiddle/5-sideloader>)

2.2.5. Aspek Kinerja Pelabuhan yang Diukur

Indikator kinerja pelayanan yang terkait dengan jasa pelabuhan terdiri dari :

1. *Approach Time* (AT) atau waktu pelayanan pemanduan adalah jumlah waktu terpakai untuk kapal bergerak dari lokasi lego jangkar sampai ikat tali di tambatan.
2. *Effective Time* (ET) atau waktu efektif adalah jumlah waktu efektif yang digunakan untuk melakukan kegiatan bongkar muat selama kapal di tambatan.



3. *Idle Time* (IT) adalah waktu tidak efektif atau tidak produktif atau terbuang selama kapal berada di tambatan disebabkan pengaruh cuaca dan peralatan bongkar muat yang rusak).
4. *Not Operation Time* (NOT) adalah waktu jeda, waktu berhenti yang direncanakan selama kapal di pelabuhan. (persiapan bongkar muat dan istirahat kerja).
5. *Berth Time* (BT) adalah waktu tambat sejak first line sampai dengan last line.
6. *Berth Occupancy Ratio* (BOR) atau tingkat penggunaan dermaga adalah perbandingan antara waktu penggunaan dermaga dengan waktu yang tersedia (dermaga siap operasi) dalam periode waktu tertentu yang dinyatakan dalam prosentase.
7. *Turn around Time* (TRT) adalah waktu kedatangan kapal berlabuh jangkar di Dermaga serta waktu keberangkatan kapal setelah melakukan kegiatan bongkar muat barang.
8. *Postpone Time* (PT) adalah waktu tunggu yang disebabkan oleh pengurusan administrasi di pelabuhan (pengurusan dokumen).

2.2.6. Teori Sistem dan Pemodelan

2.2.6.1. Definisi dan Klasifikasi Sistem

Sistem memiliki definisi yang berbeda di berbagai ruang disiplin ilmu, sehingga *International Council of System Engineering* (INCOSE) mendefinisikan sistem sebagai suatu konsepsi atau kumpulan berbagai elemen yang bersama-sama menghasilkan hasil tertentu yang tidak dapat dicapai oleh satu elemen saja. Elemen tersebut dapat berupa orang, *hardware*, fasilitas, kebijakan, dll (Sokolowski, 2010). Sistem juga dapat didefinisikan sebagai kumpulan komponen atau entiti, yang berinteraksi dan bereaksi antar atribut komponen untuk mencapai hasil akhir yang logis (Ahmad Zubair Sultan, 2007).

Sistem dapat diklasifikasikan menjadi tiga, yakni (Chung, 2004) :

1. Sistem Peristiwa Diskrit (*Discrete Events System*)

Pada sistem peristiwa diskrit, item atau entiti diskrit mengubah kondisi menjadi sebuah peristiwa (*event*) yang terjadi di dalam simulasi. Kondisi model hanya berubah apabila sebuah peristiwa (*event*) terjadi dan waktu tidak memiliki pengaruh secara langsung terhadap sistem. Pada sistem ini, interval waktu antar tiap peristiwa tidak sama. Entiti yang bersifat individu, atau bersifat diskrit dapat



mempengaruhi sistem menjadi sistem peristiwa diskrit. Contoh : antrian di ATM atau bank.

2. Sistem Peristiwa Kontinu (*Continuous Events System*)

Berbeda dengan sistem diskrit, pada sistem kontinu beberapa peristiwa selalu terjadi. Hal ini berarti bahwa kondisi beberapa komponen dalam sistem selalu berubah secara kontinu terhadap waktu. Sistem ini biasanya melibatkan benda-benda yang bersifat fluida atau mirip seperti fluida. Tipe material yang digunakan biasanya diukur berdasarkan berat, dan bukan jumlah unit. Pada sistem ini, material fluida atau mirip fluida tersebut tidak dimodelkan sebagai entiti, namun sebagai sebuah nilai volum atau massa. Contoh : Aliran fluida atau posisi pesawat terbang dari *take off* sampai *landing*.

3. Sistem Campuran

Sistem ini melibatkan baik diskrit maupun kontinu. Entiti pada sistem ini bisa berupa entiti individu pada sebagian sistem, sedangkan sebagian sistem lainnya berubah menjadi sebuah bentuk kontinu (sebagai contoh: fluida). Contoh: pabrik minuman.

2.2.6.2. Definisi Pemodelan

Modeling atau pemodelan adalah proses untuk menghasilkan suatu model (Anu Maria, 1997). Model dapat didefinisikan sebagai representasi dari sistem yang mewakili suatu proses atau kejadian, dimana representasi tersebut dapat menggambarkan secara jelas hubungan interaksi antar berbagai faktor yang diamati. Model biasanya dikembangkan untuk menginvestigasi pengembangan yang memungkinkan untuk diterapkan pada sistem nyata atau mengetahui pengaruh kebijakan yang berbeda-beda.

Sebagai pertimbangan, model yang bagus adalah model valid yang realistik (menyerupai sistem yang diwakilinya) dan sederhana. Model tidak harus merepresentasikan seluruh aspek dari sistem yang akan dipelajari. Hal tersebut akan memakan banyak waktu dan biaya, serta sangat rumit. Model tidak boleh terlalu kompleks sehingga sulit dimengerti dan sulit digunakan untuk eksperimen. Sebaliknya, model seharusnya dirancang sesederhana mungkin, dan hanya menunjukkan aspek-aspek yang berpengaruh terhadap performansi dari sistem.

Contoh beberapa komponen yang umumnya dimodelkan antara lain alat transportasi (pesawat, kapal, mobil), mesin pemindah bahan (*conveyor, automatic guide vehicle*), dan lain sebagainya.



2.2.7. Simulasi

2.2.7.1. Definisi, Tujuan dan Penerapan Simulasi

Simulasi adalah proses merencanakan model dari sistem nyata dan melakukan eksperimen dengan tujuan memahami tingkah laku sistem tersebut dan mengevaluasi berbagai strategi untuk mengoperasikan sistem yang dimaksud (Law and Kelton, 2000).

Simulasi digunakan sebagai pengimitasian proses dari kejadian nyata. Penggunaan sistem maya sebagai imitasi dari suatu sistem riil dapat memberikan keleluasaan dan kemudahan dalam melakukan penyelidikan dan percobaan penelitian dalam rangka penyelesaian persoalan. Simulasi dapat dirancang untuk menghasilkan output mengenai kemampuan dan kehandalan sistem serta karakteristik dan keadaan sistem sebagai masukan dalam rangka pengkajian pengembangan sistem dan optimasi hasil operasi sistem. Simulasi dapat diterapkan untuk menggantikan dan mewakili pelaksanaan penyelidikan dan percobaan penelitian ril yang dihadapkan dengan masalah ongkos yang mahal, resiko fatal, waktu yang terbatas dan sarana yang tidak memadai.

Tujuan dari dilakukannya simulasi antara lain (Pedgen et al, 2005) :

1. Memahami bagaimana sistem beroperasi.
2. Mengembangkan suatu kebijakan operasi atau sumber daya untuk meningkatkan performansi sistem.
3. Menguji konsep baru sebelum diimplementasikan secara nyata ke dalam sistem aktual.
4. Mendapatkan informasi tanpa perlu mengganggu sistem aktual.

Contoh penerapan simulasi dalam kehidupan sehari-hari antara lain (Law, 1991):

1. Perencanaan dan analisis sistem manufaktur.
2. Perencanaan dan pengoperasian fasilitas transportasi seperti bandara atau pelabuhan.
3. Perencanaan sistem komunikasi, dan lain-lain.

2.2.7.2. Kelebihan dan Kekurangan dari Penggunaan Simulasi

Kelebihan dari penggunaan simulasi antara lain:

1. Simulasi dapat didemonstrasikan secara mudah.

Software simulator dapat menampilkan animasi dari sistem yang berjalan. Animasi tersebut sangat berguna sebagai *debugging* model, mendemonstrasikan bagaimana sistem bekerja dan



beroperasi, serta menjelaskan bagaimana interaksi antar komponen dalam sebuah sistem. Penggunaan animasi ini juga sangat berpengaruh terhadap kredibilitas saat presentasi.

2. Simulasi dapat dilakukan dalam waktu yang relatif singkat.

Ini menjadi salah satu kelebihan utama dari simulasi karena umumnya beberapa proses butuh waktu lama, yakni berbulan-bulan atau bahkan bertahun-tahun. Lamanya waktu proses ini membuat penganalisisan menjadi sangat sulit atau bahkan tidak mungkin. Dengan pemodelan menggunakan komputer, maka operasi dan interaksi proses tersebut dapat dijalankan dalam hitungan beberapa detik saja. Waktu yang singkat juga memungkinkan untuk dilakukan beberapa replikasi sehingga analisis yang hampir tidak mungkin dilakukan dalam kondisi nyata dapat dilakukan dengan adanya simulasi.

3. Simulasi membutuhkan analisis yang lebih sedikit.

Sebelum adanya simulasi dengan komputer, banyak praktisi diharuskan menggunakan metode lain yang lebih bersifat analitis. Para praktisi yang tidak cukup ahli hanya mampu menganalisis sistem yang sederhana, sedangkan sistem yang lebih rumit hanya bisa dilakukan oleh para ahli matematika dan riset operasi. Selain itu, sistem hanya bisa dianalisis dengan menggunakan pendekatan statis yang diberikan pada satu waktu tertentu. Adanya metode simulasi membantu para praktisi untuk dapat mempelajari sistemnya secara dinamis pada waktu aktual selama simulasi dijalankan. Adanya *software simulator* juga telah sangat membantu praktisi mengatasi perhitungan dan pemrograman yang kompleks.

Disamping memiliki kelebihan, penggunaan simulasi juga mempunyai kekurangan, yaitu:

1. Simulasi tidak dapat memberikan jawaban yang mudah dari masalah yang terlalu kompleks atau rumit.

Secara sederhana, permasalahan yang kompleks juga membutuhkan jawaban yang kompleks. Apabila sistem yang dianalisis terdiri dari banyak komponen dan interaksi, maka operasi dan kebijakan terbaik adalah mempertimbangkan setiap elemen dalam sistem tersebut. Terkadang, untuk mengembangkan sebuah model yang masuk akal dilakukan penyederhanaan dengan melalui asumsi-asumsi. Namun, apabila elemen paling kritis atau penting dalam sistem diabaikan, maka kebijakan operasi yang diberikan tidak akan efektif.



2. Simulasi tidak dapat memberikan solusi secara otomatis.

Dibutuhkan pertimbangan dari banyak pihak untuk menghasilkan sebuah solusi yang baik dari hasil simulasi. Dalam proyek tersebut, pihak-pihak yang terkait itu bisa dari pihak manajemen maupun *stakeholder*.

3. Simulasi tidak dapat memberikan keluaran yang akurat apabila data masukan yang diberikan tidak akurat.

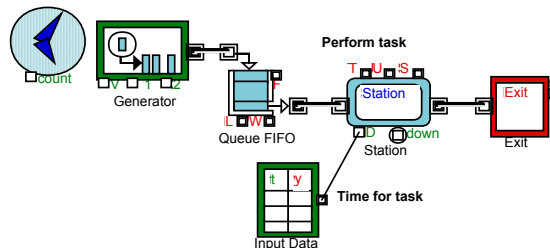
Pengumpulan data ini sendiri adalah salah satu bagian yang paling sulit dalam proses simulasi. Tidak peduli seberapa baik model yang dibangun, apabila data input yang ada tidak akurat, maka pengguna simulasi tidak dapat mengharapkan model akan memberikan hasil yang akurat. Jadi jika ingin mendapatkan keluaran yang akurat dari model sistem, maka masukan yang diberikan juga harus akurat.

2.2.7.3. Simulator

Simulator merupakan perangkat lunak komputer yang memungkinkan penggunaanya untuk menyimulasikan sistem dengan sedikit atau tanpa pemrograman. Penerapan simulasi pada tugas akhir ini menggunakan perangkat lunak Extend yang dapat dioperasikan berdasarkan perintah dalam bahasa model. Extend merupakan suatu perangkat penting yang dapat digunakan untuk:

1. Memperkirakan sebab dan akibat dari tindakan tertentu.
2. Mengidentifikasi masalah yang akan timbul pada suatu perencanaan sebelum hal tersebut direalisasikan.
3. Mengetahui efek yang terjadi apabila dilakukan modifikasi.
4. Mengevaluasi ide dan mengidentifikasi tingkat efisiensi.

Contoh dari simulator adalah ExtendTM, yang dikembangkan oleh *Image That Inc*, sebuah perusahaan dari Amerika Serikat. Dengan menggunakan ExtendTM kita mampu mengembangkan model dinamis dari berbagai proses sehari – hari. Gambar 2.8 adalah contoh simulasi sistem diskrit sederhana dengan menggunakan Extend yang melibatkan blok *generator*, *queue*, *input data* dan *station*.



Gambar 2.7 Contoh Penggunaan Extend

2.2.8. Verifikasi & Validasi Model Simulasi

2.2.8.1. Verifikasi Model

Verifikasi mengacu pada bagaimana membangun model dengan benar atau membangun model sesuai dengan yang diharapkan (*building the model right*). Verifikasi juga dapat didefinisikan dengan kalimat *building the model correctly*. Agar verifikasi proses dapat berjalan dengan sukses, maka model harus meliputi seluruh komponen yang dispesifikasikan di dalam sistem dan dapat dijalankan tanpa ada *error* atau *warning*.

Salah satu pendekatan yang bisa dilakukan agar mampu memodelkan suatu sistem adalah pendekatan *divide-and-conquer*. Pendekatan ini dilakukan dengan membekdown sistem yang kompleks/besar menjadi model sistem yang detail, sederhana dan lebih kecil. Semakin detail dan sederhana model yang dibuat maka model akan lebih mudah untuk di-*debug* dan mencakup komponen dasar yang diinginkan. *Error* maupun kesalahan akan lebih mudah pula untuk dideteksi. Setelah model mampu beroperasi sesuai dengan yang diinginkan, maka penambahan-penambahan dapat ditambahkan pada model yang sederhana tersebut. Penambahan tersebut dapat berupa penambahan detail dari komponen dasar yang telah dibuat maupun penambahan komponen lain yang belum dimodelkan namun perlu dimodelkan untuk menunjukkan sistem aktual.

Agar model dapat dijalankan tanpa *error* maupun *warning*, maka teknik yang bisa dilakukan adalah teknik animasi. Teknik animasi dapat dikatakan sebagai salah satu alat bantu paling efektif dalam menunjukkan verifikasi dasar. Animasi dapat digunakan sebagai verifikasi model dengan berbagai macam cara, yakni :

- Mengikuti gerakan entiti dalam sistem.



- b. Menggunakan gambar entiti yang berbeda untuk tipe entiti yang berbeda.
- c. Menampilkan hasil statistik dari sistem.
- d. Menampilkan nilai dan plot dari variabel-variabel umum atau atribut dari entity.

2.2.8.2 Validasi Model

Validasi didefinisikan sebagai bagaimana membangun model yang sesuai dengan realiti atau *building the correct model*. Namun, banyak model yang tidak benar-benar sesuai dengan kondisi realiti, hal ini disebabkan oleh adanya asumsi, penyederhanaan, batasan dan kekeliruan (Chung, 2004).

Asumsi sering dilakukan apabila peneliti kekurangan informasi terhadap suatu sistem, atau sistem tidak nyata, atau adanya proses yang tidak bisa diobservasi. Asumsi dilakukan terhadap komponen sistem, interaksi, maupun data input. *Penyederhanaan (simplification)* biasa dilakukan dengan sengaja untuk mempersingkat waktu pengerjaan, dan kemungkinan disebabkan oleh sistem yang terlalu kompleks. Penyederhanaan bisa dilakukan dengan merubah sebuah proses yang kompleks menjadi satu proses tunggal maupun menghilangkannya sama sekali. Biasanya hal ini dilakukan karena dirasa proses tersebut tidak berpengaruh signifikan terhadap sistem.

Kekeliruan (oversight) juga sering terjadi ketika memodelkan model yang rumit. Terkadang kekeliruan terjadi dengan tidak memasukkan komponen penting dalam sistem. Apabila ini terjadi, maka validasi akan sangat sulit dilakukan. Memberikan *batasan (limitation)* juga kerap dilakukan pada model yang cenderung kompleks. Limitasi bisa disebabkan oleh praktisi, *software* model, maupun data yang dikumpulkan.

Dalam jurnal yang berjudul *Verification and Validation of Simulation Models*, Sargent (1998) menuliskan beberapa pendekatan validasi yang bisa dilakukan. Validasi bisa dilakukan oleh tim pengembang proyek simulasi tersebut, bisa juga dilakukan oleh pihak ketiga yang independen. Pendekatan lain yang bisa dilakukan namun jarang digunakan adalah dengan menggunakan *scoring*.

Ada beberapa macam teknik validasi yang bisa dilakukan. Teknik-teknik ini bisa bersifat subjektif maupun objektif. Sargent (1998) menuliskan beberapa teknik yang bisa digunakan untuk memvalidasi dan memverifikasi submodel maupun model secara keseluruhan. Teknik-teknik tersebut antara lain:



Animasi: Operasi dari model dapat ditampilkan secara grafis di dalam simulasi.

Comparison to Other Model: Hasil dari model simulasi dapat dibandingkan dengan hasil dari model simulasi lain yang telah valid maupun dibandingkan dengan model analitik.

Event Validity: Sebuah kejadian yang terjadi di model simulasi dibandingkan dengan kejadian yang terjadi di sistem aktual untuk menentukan apakah keduanya sama.

Extreme Condition Test: Struktur dan output dari simulasi harus masuk akal untuk segala kombinasi level dari faktor sistem yang sifatnya ekstrem. Contoh: apabila inventori *in-process* sama dengan nol, maka output produksi seharusnya juga nol.

Face Validity: Validasi ini adalah menanyakan kepada orang yang lebih berpengalaman ataupun ahli tentang sistem tersebut, apakah model telah sesuai atau tidak. Teknik ini juga bisa digunakan untuk menentukan apakah logika dari model konseptual telah benar dan hubungan input-output telah sesuai.

Internal Validity: Beberapa replikasi dari model stokastik dibuat untuk menentukan nilai dari *variability* model. Apabila *variability* model besar, maka hasil dari model patut dipertanyakan.

Multistage Validation: Naylor dan Finger (1967) mengajukan tiga tahap proses validasi. Metode validasi ini terdiri dari (1) mengembangkan asumsi model dengan berdasar teori, observasi, pengetahuan umum dan fungsi, (2) memvalidasi asumsi model dimana mungkin untuk mengujinya secara empiris, dan (3) membandingkan/menguji hubungan input-output model dengan sistem aktual.

Operational Graphics: Beberapa nilai dari performansi model ditunjukkan secara grafik dengan mengikuti jalannya simulasi sepanjang waktu simulasi dijalankan.

Parameter Variability Sensitivity Analysis: Teknik ini terdiri dari merubah nilai dari input dan parameter internal model untuk menentukan efek dari *behaviour* model dan hasil outputnya.

Predictive Validation: Model ini digunakan untuk memprediksi dan meramalkan jalannya sistem, dan kemudian perbandingan dibuat antara sistem aktual dan ramalan model apakah keduanya sama.

Traces: Jalannya entiti-entiti yang berbeda di dalam model diikuti sepanjang model untuk melihat apakah logika model sudah benar.

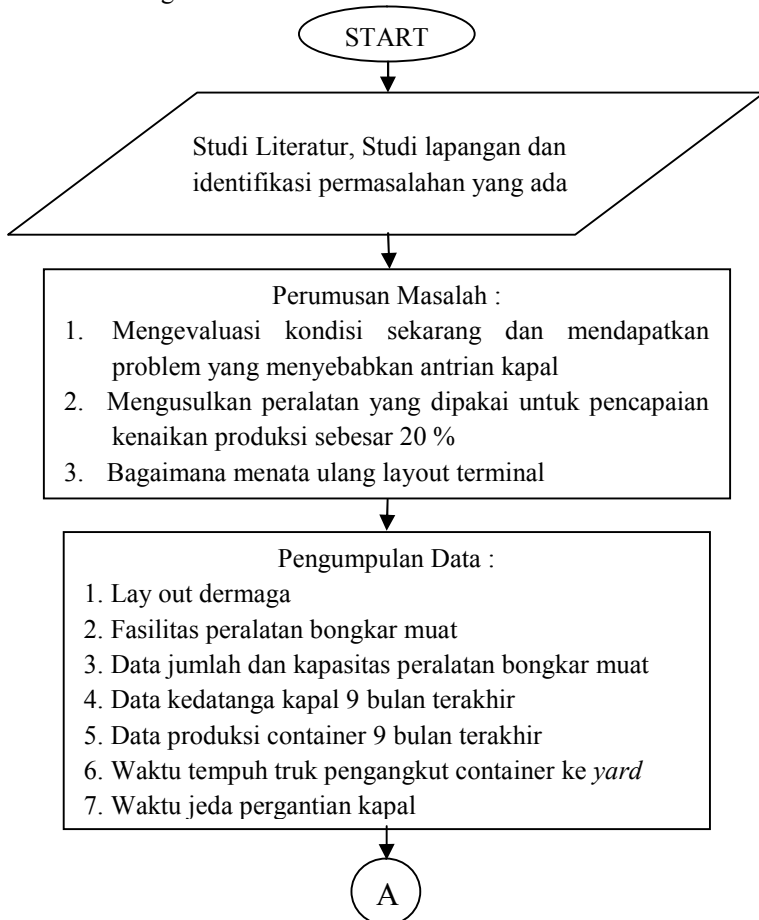


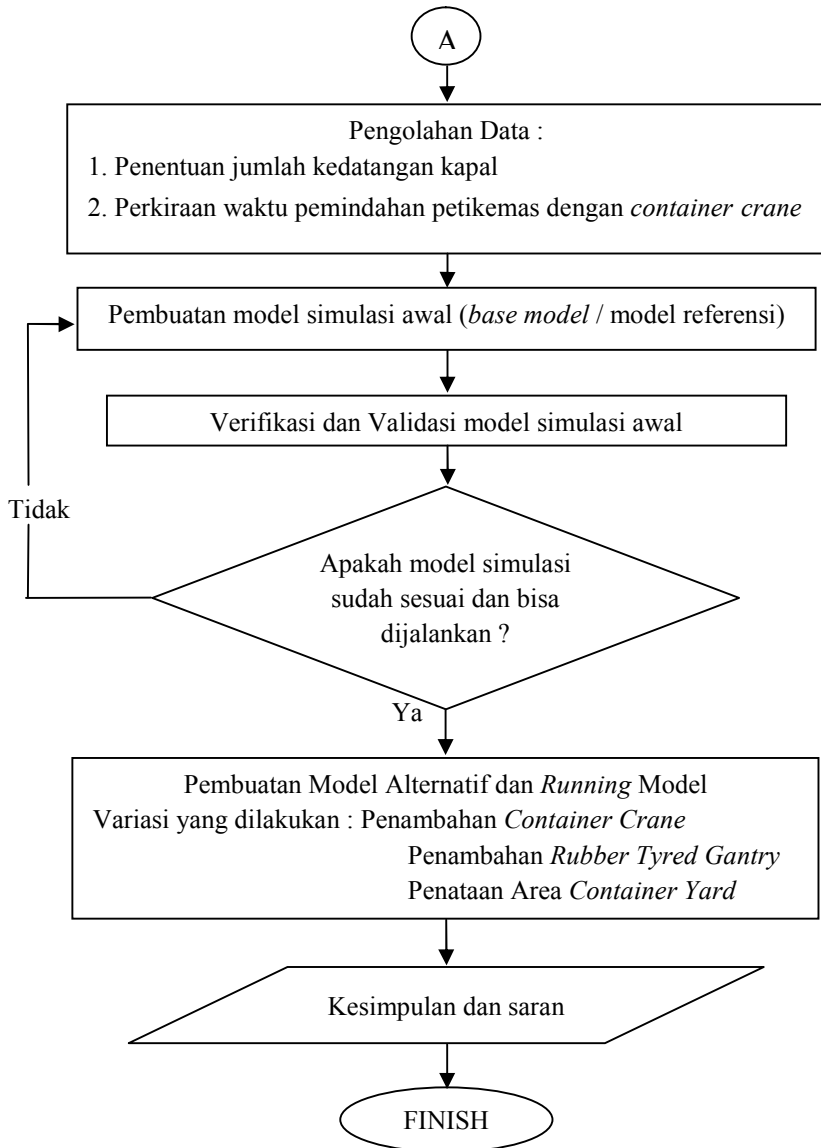
BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan mengikuti diagram alir pada gambar 3.1 sebagai berikut :







Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.2. Prosedur Penelitian

3.2.1. Studi lapangan, studi literatur, dan identifikasi permasalahan

Studi lapangan dilakukan di Terminal Nilam, PT. Pelindo III, Tanjung Perak, Surabaya. Kegiatan ini dilakukan untuk mengidentifikasi masalah yang ada untuk dijadikan sebagai topic tugas akhir. Disamping itu, dilakukan studi literatur, mencakup materi-materi yang mungkin diperlukan selama studi lapangan dan pengidentifikasian masalah.

3.2.2. Perumusan Masalah

Setelah masalah teridentifikasi, maka dilakukan perumusan masalah yang terjadi di Terminal Nilam, PT. Pelindo III, Tanjung Perak, Surabaya untuk diangkat menjadi permasalahan pada tugas akhir ini. Adapun perumusan masalah yang ada yaitu :

1. Mengevaluasi kondisi sekarang dan mendapatkan problem yang menyebabkan antrian kapal.
2. Mengusulkan peralatan yang dipakai untuk pencapaian kenaikan produksi sebesar 20 %.
3. Bagaimana menata ulang layout.

3.2.3. Pengumpulan Data

Untuk menunjang tugas akhir ini, dilakukan pengumpulan data-data dari perusahaan yang ditinjau. Data-data yang diambil antara lain:

1. Layout dermaga
2. Fasilitas peralatan bongkar muat
3. Data jumlah dan kapasitas peralatan bongkar muat
4. Data kedatangan kapal 9 bulan terakhir
5. Data get in get out container 9 bulan terakhir
6. Waktu tempuh truk pengangkut container
7. Waktu jeda pergantian kapal, *idle time* dan *not operation time*.

3.2.4. Pengolahan Data



Setelah proses pengumpulan data selesai, kemudian dilakukan pengolahan data. Kegiatan pengolahan data ini dilakukan sebelum proses pemodelan dimulai. Kegiatan pengolahan data meliputi:

1. Penentuan jumlah kedatangan kapal
2. Perkiraan waktu pemindahan petikemas dengan container crane

3.2.5. Pembuatan Model Simulasi

Pembuatan model simulasi dilakukan setelah proses pengumpulan dan pengolahan data selesai. Model referensi berupa gambaran ilustratif yang menggambarkan kedatangan kapal di pelabuhan dan proses bongkar muat dari kapal ke dermaga atau sebaliknya. Dalam pembuatan model dengan menggunakan *software* simulator, model konseptual ini nantinya akan dijadikan sebagai acuan dan referensi. Pada model ini, proses yang terjadi digambarkan dalam sebuah blok proses. Data keluaran (*output*) yang diinginkan dari masing – masing proses akan ditampilkan pada sebuah blok tampilan (*display*), sedangkan data masukan (*input*) akan diisi pada blok *input*. Komponen-komponen yang akan dimodelkan antara lain;

- a. Kapal
 - Jumlah kedatangan kapal
 - Jumlah muatan
- b. Dermaga
- c. Alat bongkar muat:
 - *Container Crane (CC)*
Dengan kapasitas 30-35 box/jam
 - *Rubber Tyred Gantry*
Dengan kapasitas 30-40 box/jam.
- d. Truk
 - Jumlah Truk
 - Waktu *tracking* truk ke *yard* dan sebaliknya
- e. *Container Yard (CY)*
 - Kapasitas *Container Yard (CY)*

Langkah selanjutnya adalah membuat model simulasi berdasarkan model konseptual tersebut. Model simulasi akan dilakukan dengan menggunakan bantuan *software Extend 6*. *Output* yang akan dicapai melalui hasil simulasi yaitu dengan melihat jumlah antrian saat dijalankan dan melihat waktu bongkar muat apakah sesuai dengan yang diinginkan.



3.2.6. Verifikasi Model

Verifikasi mengacu pada bagaimana membangun model dengan benar (*building the model correctly*), atau bagaimana kompleksitas model menjadi lebih sederhana sehingga dapat diramalkan dengan mudah bagaimana hasil simulasi nantinya. membangun model sesuai dengan yang diharapkan. Pada tahap ini, model simulasi akan dibandingkan dengan model konseptual yang telah dibuat sebelumnya. Model simulasi dengan *software* tersebut harus merupakan gambaran yang sesuai dengan model konseptual. Dengan adanya tahap verifikasi ini diharapkan bisa menjawab pertanyaan apakah model telah diimplementasikan dengan benar di dalam komputer. Verifikasi model dapat dilakukan dengan memastikan bahwa tiap-tiap blok dalam simulasi telah beroperasi seperti yang diharapkan. Untuk itu, model harus dibangun dengan bertahap dan detail yang minimal, kemudian setiap tahap dijalankan untuk diperiksa hasilnya. Cara yang umum dilakukan adalah dengan mengurangi kerumitan.

3.2.7. Menjalankan Simulasi (*run simulation*)

Run simulation adalah menjalankan model yang telah dibuat sebelumnya. Panjang waktu simulasi tergantung dari sistem yang dimodelkan apakah tertentu (*terminating model*) atau tidak (*non-terminating model*). Pada tugas akhir ini, simulasi dijalankan dengan periode tertentu yang diatur sendiri.

3.2.8. Validasi Model

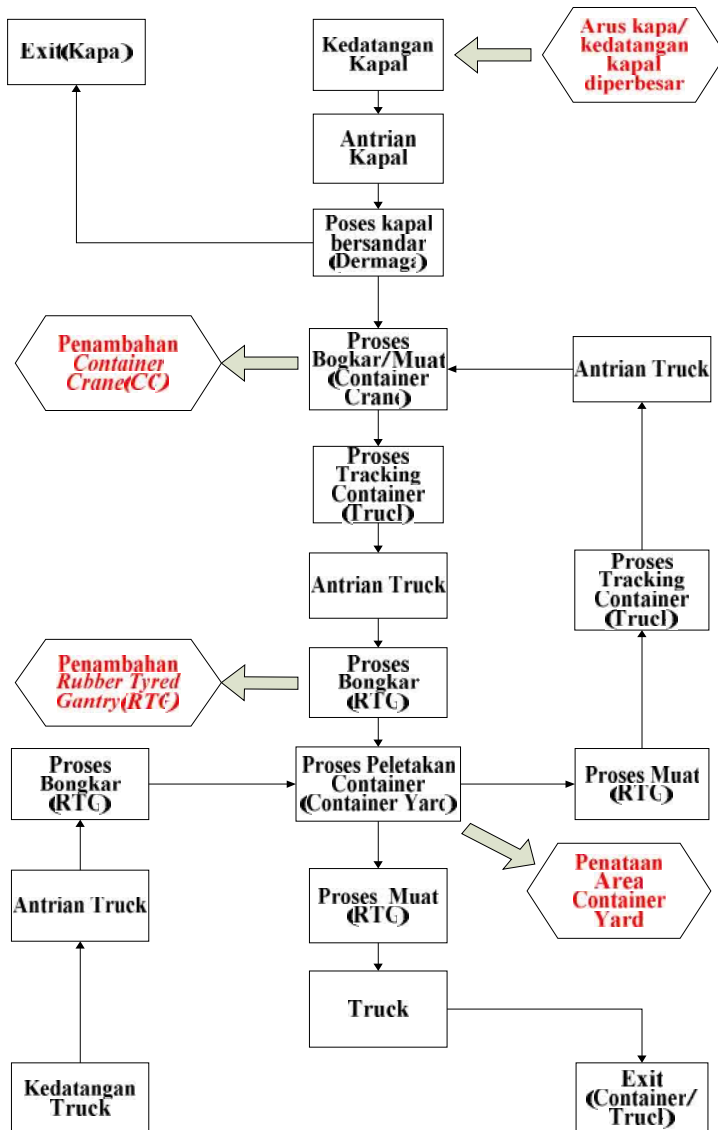
Dalam konteks ini, validasi model mengacu pada bagaimana membangun model yang benar (*building the rightmodel*). Tahap ini digunakan untuk menentukan apakah model simulasi yang telah dirancang sesuai dengan kondisi riil di lapangan. Pada penelitian ini, validasi tidak bisa dilakukan karena model dibangun dan dijalankan berdasarkan situasi ideal yang ingin dicapai. Kondisi ideal ini berbeda dengan kondisi real yang ada sehingga validasi tidak dapat dilakukan dengan sempurna.

3.2.9. Pembuatan Model Alternatif dan *Running Model*

Tahap selanjutnya adalah pembuatan beberapa skenario atau alternatif model lain yang bertujuan untuk mengetahui model mana yang paling efektif dan optimal untuk dipakai pada sistem tersebut. Alternatif terbaik yang diambil adalah yang mempunyai antrian kapal paling



sedikit dan memiliki waktu bongkar muat yang singkat serta penggunaan area *container yard* yang ideal. konsep model alternatif pengembangan Terminal Nilam dapat dilihat pada gambar 3.2 dibawah ini.





Ilustrasi tersebut menyangkut inputan dari data-data yang telah diolah seperti historis kedatangan kapal kemudian menambah jumlah kedatangan sesuai dengan kenaikan produksi sebesar 20 %. Dengan menambah jumlah kedatangan kapal nantinya akan memperbanyak antrian, sehingga perlu dilakukan penambahan kapasitas terminal agar dapat mempercepat proses bongkar muat dan mengurangi antrian kapal. Pada simulasi ini nantinya akan dilakukan ilustrasi penambahan *container crane*, truk, dan area *container yard*.

3.2.10. Pengambilan Data Hasil Simulasi Model Alternatif

Pada tahap ini hal yang perlu dilakukan adalah pengambilan data dari beberapa hasil simulasi pemodelan alternative. Beberapa data yang nantinya akan diambil diantaranya :

1. Waktu tunggu kapal
2. Jumlah antrian kapal
3. *Berth Time* (BT)
4. Antrian truk di yard
5. Jumlah petikemas di *Container Yard*
6. Antrian truk di dermaga

3.2.11. Kesimpulan

Penarikan kesimpulan merupakan tahap akhir dari penelitian Tugas Akhir ini. Setelah model alternatif dianalisa, maka akan dapat ditemukan alternatif yang paling baik dan bisa dijadikan sebagai kesimpulan.

BAB IV

PEMODELAN SISTEM DAN PENGOLAHAN DATA

Sebelum melakukan simulasi terhadap model suatu sistem, diperlukan penjabaran segala informasi secara rinci mengenai perilaku sistem yang sesuai cakupan dari sistem yang ditinjau. Hal ini bertujuan untuk memudahkan pemodelan ke dalam model simulasi, sehingga model yang dibuat benar-benar merepresentasikan sistem yang diteliti.

4.1. Gambaran Umum Sistem

Dermaga Nilam merupakan tempat bersandar kapal dan berfungsi sebagai tempat bongkar muat petikemas. Terminal Nilam Timur salah satu terminal domestik handalan pelabuhan Tanjung Perak, panjang dermaga yang digunakan untuk tempat bersandar kapal yaitu 330 meter dengan luas lapangan penumpukan 3,4 Ha. Dermaga Nilam memiliki peralatan bongkar muat berupa *Container Crane* (CC) sebanyak 3 unit dan *Rubber Tyred Gantry* (RTG) sebanyak 5 unit. *Container Crane* (CC) berada di dermaga untuk bongkar muat petikemas ke kapal, sedangkan *Rubber Tyred Gantry* (RTG) terletak di yard untuk bongkar muat petikemas ke truk. Area Terminal Nilam dapat dilihat pada gambar 4.1 dibawah ini :



Gambar 4.1 Area Terminal Nilam (sumber:google maps)



4.1.1. Kedatangan Kapal

Kapal yang datang terlebih dahulu berlabuh diluar area dermaga atau tempat antrian sebelum melakukan proses bongkar muat, sesudah mendapatkan izin masuk barulah kapal akan masuk ke dermaga. Rata-rata kedatangan kapal setiap bulannya yaitu 46 kapal, dengan jumlah muatan yang bervariasi. Jumlah kedatangan kapal tahun 2015 dapat dilihat pada table 4.1 dibawah ini.

Tabel 4.1 Jumlah kedatangan kapal bulan Januari sampai bulan September 2015

NO	BULAN	JUMLAH KAPAL
1	JANUARI	48
2	FEBRUARI	52
3	MARET	59
4	APRIL	44
5	MEI	47
6	JUNI	48
7	JULI	42
8	AGUSTUS	38
9	SEPTEMBER	38
10	RATA-RATA	46

4.1.2. Proses Bongkar Muat Petikemas pada kapal

Setiap kapal yang bersandar akan dilayani dengan *Container Crane (CC)* untuk proses bongkar muat. Proses bongkar muat di Terminal Nilam ini terlebih dahulu melakukan proses bongkar sampai muatan kapal habis terbongkar, baru kemudian melakukan proses muat. Dalam operasional di lapangan, lama waktu sandar tidak hanya dipengaruhi proses bongkar muat (*effective time*), tetapi terdapat juga *idle time (IT)* dan *not operation time (NOT)*.

4.1.3. Proses Bongkar Muat Petikemas di Container Yard

Proses bongkar muat di yard menggunakan *Rubber Tyred Gantry (RTG)*. Petikemas yang dibongkar dari kapal akan dibawa keluar menggunakan truk pengangkut yang disediakan oleh pemilik petikemas dan sebagiannya diangkut oleh truk perusahaan NPTI. Petikemas yang dibongkar dari kapal akan dibawa langsung keluar dermaga sesuai



tujuan pihak perusahaan, tetapi sebagian dari bongkaran diletakkan di yard. Dari total bongkaran rata-rata 70 % akan langsung dibawa keluar terminal dan 30 % diletakkan di Yard. Hal ini terjadi karna minimnya lapangan penumpukan petikemas di yard, sehingga sebagian besar petikemas yang dibongkar dari kapal akan langsung membawa keluar oleh pemiliknya. Kemudian Petikmas yang akan dimuat ke kapal terlebih dahulu ditumpuk di Yard.

4.2. Pembuatan Model Simulasi *Extend*

Pembuatan model simulasi dilakukan setelah proses pengumpulan dan pengolahan data selesai. Model referensi berupa gambaran ilustratif yang menggambarkan kedatangan kapal di pelabuhan serta proses pemindahan muatan dari dankedermaga. Dalam pembuatan model dengan menggunakan *software* simulator (*Extend*TM), model konseptual ini nantinya akan dijadikan sebagai acuan dan referensi. Pada model ini, proses yang terjadi digambarkan dalam sebuah blok proses. Data keluaran (*output*) yang diinginkan dari masing-masing proses akan ditampilkan pada sebuah blok tampilan (*display*), sedangkan data masukan (*input*) akan diisi pada blok *input*. Pembuatan model konseptual dibuat dengan menentukan peralatan/fasilitas yang berpengaruh terhadap sistem, kemudian peralatan-peralatan tersebut ditinjau bagaimana hubungan dan interaksinya. Komponen-komponen yang ingin diketahui juga menjadi dasar dari pembuatan model konseptual ini.

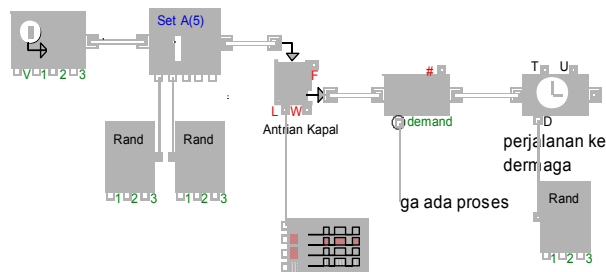
Simulasi dilakukan dengan mengambil sample data pada tahun 2015 di bulan Maret. Sample diambil pada bulan tersebut karena bulan Maret merupakan kondisi produksi paling tinggi sehingga dapat mewakili bulan-bulan lainnya yang memiliki tingkat produksi lebih rendah (**data terlampir**).

4.2.1. *Input* Kedatangan Kapal

Input kedatangan kapal yang berupa waktu kedatangan kapal disesuaikan dengan perencanaan dan diatur dengan blok *generator*, dalam hal ini waktu kedatangan diinput kedalam blok *generator* berupa distribusi *exponensial* mean 12.203 jam. Setelah *generator* lalu menuju *blok set attribut* dimana blok tersebut untuk menentukan sifat dan karakteristik dari kapal, dalam hal ini menentukan kapasitas muatan, inputan berupamuatan petikemas dimasukkan kedalam input random terdistribusi real uniform min. 250 box dan max. 550 box. Ketika terjadi



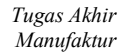
antrian kapal, antrian tersebut dimodelkan dalam blok *Queue FIFO*, dimana didalamnya berisi informasi berupa waktu tunggu, dan jumlah antrian. Kemudian setelah blok *Queue FIFO* ada blok *activity service* yang bertujuan untuk membaca proses bongkar muat, pada *activity service* ini akan terjadi buka tutup, dimana blok akan terbuka apabila kapal sudah keluar dari dermaga. Ketika kapal berpindah menuju dermaga terdapat waktu yang terdistribusi secara *uniform* min 2,5 jam dan max 3 jam yang di inputkan melalui input random untuk dibaca oleh *activity delay*. Model simulasi kedatangan kapal dapat dilihat pada gambar 4.2 dibawah ini.



Gambar 4.2 Model simulasi kedatangan kapal

4.2.2. Proses Bongkar Muat petikemas di Dermaga

Setelah sampai pada dermaga kemudian kapal akan melakukan proses bongkar muat, akan tetapi sebelum itu terdapat blok *get attribut* yang berfungsi membaca attribut dari kapal. Blok *get attribut* tersebut disambungkan ke *unbatch* (variable) yang berfungsi untuk mengubah *value* dari suatu barang, misalnya dalam satu kapal memuat 250 box maka yang akan dikeluarkan adalah 250 box. Sesudah itu terdapat blok *activity service* yang bertujuan untuk membaca waktu istirahat bongkar muat. Waktu istirahat rutin yaitu jam 7 pagi sampai jam 8 pagi dan waktu istirahat setiap hari jum'at mulai jam 11 sampai jam 1, waktu istirahat ini diatur menggunakan blok *schedule* yang dihubungkan ke *activity service*. pada *activity service* ini akan terjadi buka tutup sesuai dengan waktu yang diset. Kemudian berlanjut ke proses bongkar muat yang dilakukan oleh *container crane*, proses ini dimodelkan dalam blok *activity delay*, dimana waktu terdistribusi secara *uniform* min 60 detik dan max 120 detik yang di inputkan melalui input random untuk dibaca



Gambar 4.4 Model simulasi Proses Bongkar Muat petikemas di *Container Yard*

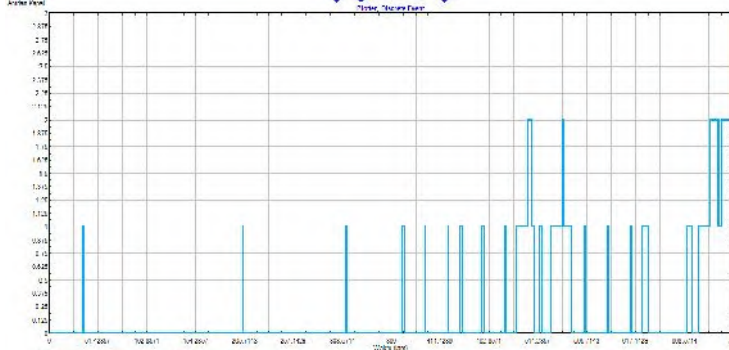


4.3. Running Model Referensi

Setelah memodelkan sistem yang ada maka kemudian dilakukan *running* model tersebut sesuai yang diinginkan. Model yang sudah merepresentasikan sistem aktual disebut juga sebagai model referensi.

4.3.1. Antrian Kapal pada Model Referensi

Dari simulasi yang dilakukan dengan model referensi yang sudah dibuat didapatkan hasil berupa grafik jumlah antrian kapal dan waktu tunggu kapal. Adanya antrian kapal menunjukkan bahwa waktu singgah atau waktu sandar kapal pada dermaga tersebut cukup lama sehingga kapal lain yang datang untuk bersandar harus terlebih dahulu mengantri. Dari hasil simulasi model referensi didapatkan jumlah kapal yang menunggu dan lamanya waktu tunggu kapal untuk sandar.



Gambar 4.5 Grafik antrian kapal dan waktu tunggu pada model referensi

Pada Gambar 4.5 menunjukan grafik jumlah antrian kapal selama satu bulan. Garis sumbu X menunjukkan waktu (jam), dan garis sumbu Y menunjukkan jumlah kapal yang mengantri di dermaga. Setelah dilakukan run simulasi maka didapatkan jumlah antrian tertinggi terjadi pada hasil simulasi replikasi ke dua dengan maksimal antrian 3. Rata-rata jumlah antrian pada tiga kali replikasi sebesar 0.17569, sedangkan panjang antrian maksimal adalah 2.333. Rata-rata waktu tunggu antrian kapal pada tiga kali replikasi sebesar 1.92638 jam, sedangkan maksimal waktu tunggu kapal sebesar 20.94224 jam. Rata-rata waktu tunggu kapal yang mencapai 1.92638 jam. Rata-rata panjang antrian dan waktu tunggu antrian kapal dapat di lihat di tabel 4.2.



Tabel 4.2 Hasil Simulasi Antrian Kapal di Dermaga

Referensi	Length (unit)		Waiting Time (jam)	
	Average	Max	Average	Max
Ran 1	0.2048	2	2.4577	21.6899
Run 2	0.18025	3	1.6169	20.30660
Run 3	0.14204	2	1.70455	20.83042
Rata-rata	0.17569	2.333	1.92638	20.94224

4.3.2. Model Referensi Proses Bongkar Muat di dermaga

Petikemas yang akan dibongkar muat menggunakan alat bantu yaitu *Container Crane (CC)*. Dibawah ini merupakan *BERTH TIME* (waktu sandar) kapal dari hasil model referensi.

Tabel 4.3 Hasil simulasi referensi berupa *Berth Time* dan Kedatangan kapal bulan Maret

Model	Berth Time (jam)	Kedatangan Kapal
Run 1	20.1334	59
Run2	20.2706	58
Run 3	19.9254	59
Rata-Rata	20.1098	58.66

Tabel 4.3 diatas merupakan *Berth Time* (waktu sandar) kapal selama bulan Maret dengan rata-rata kedatangan kapal sebanyak 59. Dari table tersebut didapat rata-rata *Berth Time* sebesar 20.1098 jam. Jika dibandingkan dengan *Berth Time* yang real dilapangan yaitu 20.11 jam, maka sudah sesuai dengan keadaan sebenarnya pada dermaga Nilam tersebut.

Tabel 4.4 Hasil simulasi referensi berupa *Berth Time* dan Kedatangan kapal bulan September

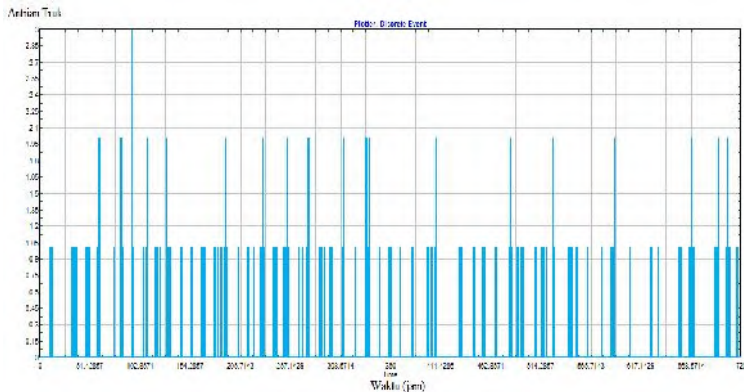
Model	Berth Time (jam)	Kedatangan Kapal
Run 1	26.6375	38
Run2	28.1582	39
Run 3	26.4110	39
Rata-Rata	27.06	38.666



Tabel 4.4 diatas merupakan *Berth Time* (waktu sandar) kapal selama bulan September dengan rata-rata kedatangan kapal sebanyak 39. Dari table tersebut didapat rata-rata *Berth Time* sebesar 27.06 jam. Jika dibandingkan dengan *Berth Time* yang real dilapangan yaitu 26.89 jam, maka sudah sesuai dengan keadaan sebenarnya pada dermaga Nilam tersebut. Grafik hasil pengujian model referensi untuk bulan September secara lengkap dapat dilihat pada **lampiran**.

4.3.3. Antrian truk di Yard pada Model Referensi

Dari hasil simulasi yang dilakukan didapat juga hasil berupa jumlah antrian truk dan waktu tunggu truk yang akan dibongkar di yard, seperti gambar 4.6 di bawah ini :



Gambar 4.6 Grafik antrian truk dan waktu tunggu di yard pada model referensi

Pada Gambar 4.6 menunjukkan grafik jumlah antrian truk di area yard selama satu bulan. Garis sumbu X menunjukkan waktu (jam), dan garis sumbu Y menunjukkan jumlah antrian truk yang sedang mengantri di dermaga. Setelah dilakukan run simulasi maka didapatkan jumlah antrian tertinggi terjadi pada hasil simulasi replikasi pertama dengan maksimal antrian 3. Rata-rata jumlah antrian pada tiga kali replikasi sebesar 0.00585, sedangkan panjang antrian maksimal adalah 3. Rata-rata waktu tunggu antrian truk pada tiga kali replikasi sebesar 0.00145 jam, sedangkan maksimal waktu tunggu truk sebesar 0.03778 jam. Rata-



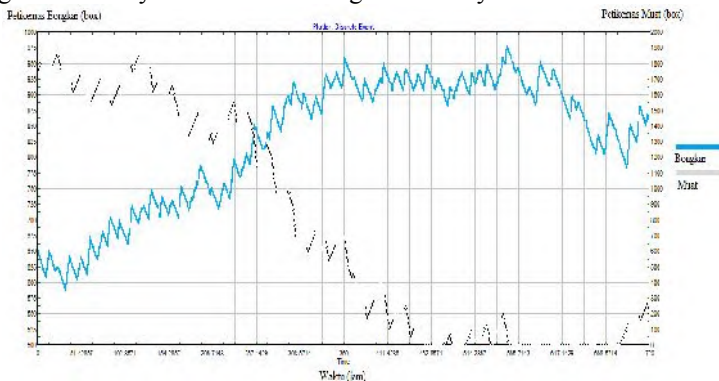
rata panjang antrian dan waktu tunggu antrian truk dapat di lihat di tabel 4.5.

Tabel 4.5 Hasil Simulasi Antrian Truk di Yard

Referensi	Length (unit)		Waiting Time (jam)	
	Average	Max	Average	Max
Ran 1	0.00648	3	0.00151	0.04952
Run 2	0.00743	3	0.00189	0.03391
Run 3	0.00364	3	0.00095	0.02992
Rata-rata	0.00585	3	0.00145	0.03778

4.3.4. Hasil Model Referensi pada Proses Bongkar Muat di yard

Petikemas yang datang dibawa oleh truk kemudian dibongkar dan dimuat dengan alat bantu yaitu *Rubber Tyred Gantry (RTG)*. Dibawah ini adalah grafik penggunaan yard, dari hasil simulasi model referensi tersebut didapatkan jumlah petikemas yang berada di yard dan dapat diketahui apakah melebihi kapasitas atau tidak. Kemudian didapat juga jumlah get in dan get out petikemas, dari simulasi tersebut didapat get out sebanyak 12151 box dan get in sebanyak 10438 box.



Gambar 4.7 Grafik penggunaan yard pada model referensi

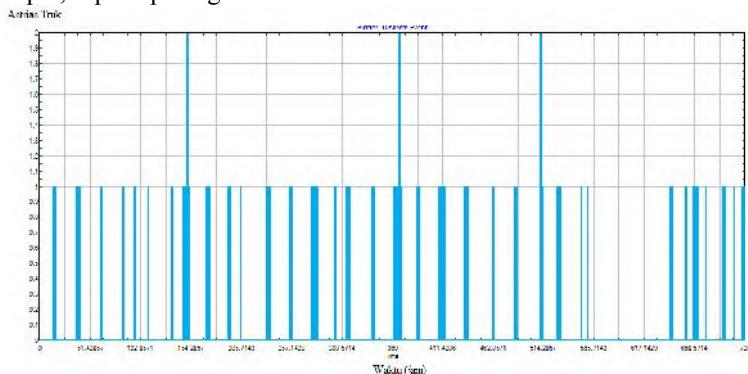
Pada Gambar 4.7 menunjukkan grafik jumlah petikemas di yard selama satu bulan. Garis sumbu X menunjukkan waktu (jam), garis sumbu Y kiri menunjukkan jumlah petikemas bongkar (box) yakni



petikemas yang sudah dibongkar dari kapal kemudian ditumpuk di yard, dan garis sumbu Y kanan menunjukkan jumlah petikemas muat (box) yakni petikemas yang akan dimuat ke kapal yang sebelumnya dibawa dari luar kemudian ditumpuk di yard. Garis warna biru pada grafik menunjukkan jumlah petikemas bongkar dan garis warna abu-abu menunjukkan jumlah petikemas muat. Pada simulasi yang dibuat area yard sudah terisi terlebih dahulu yakni yard bongkar terisi 650 box dan yard muat terisi 1750 box. Kapasitas yard bongkar adalah 900 box dan kapasitas yard muat adalah 2250 box. Untuk yard bongkar terlihat trend nya cenderung naik dengan trend tertinggi yaitu total box nya sebanyak 977 box pada jam ke 552.20, kemudian turun hingga jam ke 720 dengan total tumpukan sebanyak 858 box. Untuk yard muat memiliki trend yang cenderung turun dengan trend tertinggi yaitu sebanyak 1938 box pada jam ke 13.05, kemudian turun hingga tidak ada petikemas di yard muat pada jam ke 553.49. Pada jam ke 720 total tumpukan di yard muat sebanyak 160 box.

4.3.5. Antrian truk di dermaga pada Model Referensi

Dari simulasi yang dilakukan didapatkan juga hasil berupa jumlah antrian truk dan waktu tunggu truk yang akan dibongkar ke kapal, seperti pada gambar 4.8 berikut ini :



Gambar 4.8 Grafik antrian truk dan waktu tunggu di dermaga sisi selatan pada model referensi

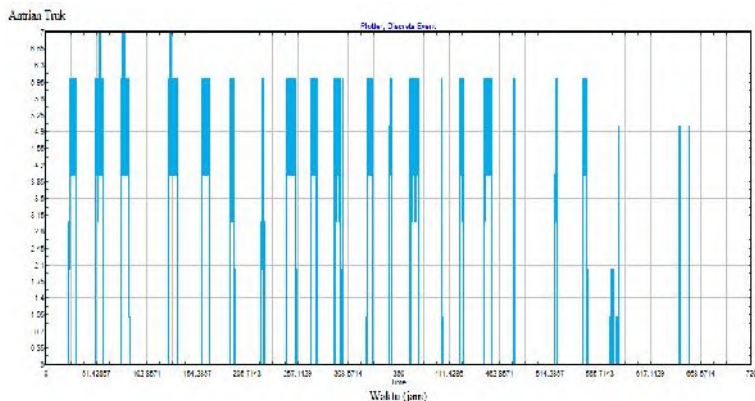
Pada Gambar 4.8 menunjukan grafik jumlah antrian truk di dermaga sisi selatan selama satu bulan. Garis sumbu X menunjukkan



waktu (jam), dan garis sumbu Y menunjukkan jumlah antrian truk yang sedang mengantri di dermaga. Setelah dilakukan run simulasi maka didapatkan jumlah antrian tertinggi terjadi pada hasil simulasi replikasi ke dua dengan maksimal antrian 2. Rata-rata jumlah antrian pada tiga kali replikasi sebesar 0.01619, sedangkan panjang antrian maksimal adalah 2. Rata-rata waktu tunggu antrian truk pada tiga kali replikasi sebesar 0.00151 jam, sedangkan maksimal waktu tunggu truk sebesar 1.99211 jam. Rata-rata panjang antrian dan waktu tunggu antrian truk dapat di lihat di tabel 4.6 dibawah ini.

Tabel 4.6 Hasil Simulasi Antrian Truk di Dermaga sisi Selatan

Referensi	Length (unit)		Waiting Time (jam)	
	Average	Max	Average	Max
Ran 1	0.01585	2	0.00163	1.97370
Run 2	0.02307	2	0.00204	1.99211
Run 3	0.00967	2	0.00087	0.99729
Rata-rata	0.01619	2	0.00151	1.65436



Gambar 4.9 Grafik antrian truk dan waktu tunggu di dermaga sisi Utara pada model referensi



Pada Gambar 4.9 menunjukkan grafik jumlah antrian truk di dermaga sisi utara selama satu bulan. Garis sumbu X menunjukkan waktu (jam), dan garis sumbu Y menunjukkan jumlah antrian truk yang sedang mengantri di dermaga. Setelah dilakukan run simulasi maka didapatkan jumlah antrian tertinggi terjadi pada hasil simulasi replikasi ke tiga dengan maksimal antrian 8. Rata-rata jumlah antrian pada tiga kali replikasi sebesar 0.57930, sedangkan panjang antrian maksimal adalah 7.333. Rata-rata waktu tunggu antrian truk pada tiga kali replikasi sebesar 1.78496 jam, sedangkan maksimal waktu tunggu truk sebesar 1.78496 jam. Rata-rata panjang antrian dan waktu tunggu antrian truk dapat dilihat di tabel 4.7 dibawah ini.

Tabel 4.7 Hasil Simulasi Antrian Truk di Dermaga sisi Utara

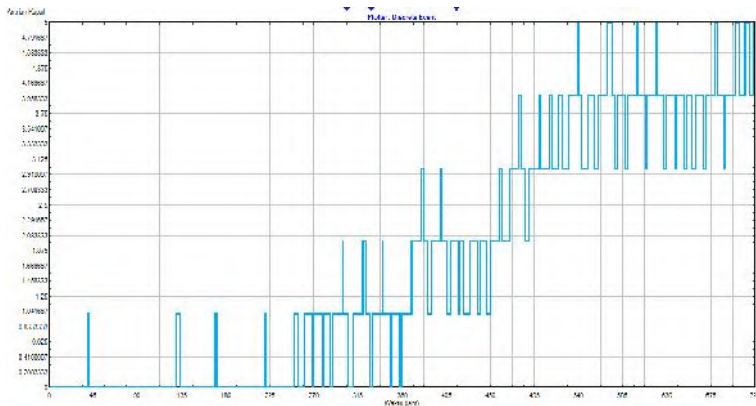
Referensi	Length (unit)		Waiting Time (jam)	
	Average	Max	Average	Max
Ran 1	0.74885	7	0.10657	1.13421
Run 2	0.56140	7	0.09990	2.12451
Run 3	0.42767	8	0.07321	2.09617
Rata-rata	0.57930	7.333	0.09322	1.78496

4.4. Running Model dengan Penambahan Produksi Sebesar 20%

Model yang sudah dibuat kemudian di ranning kembali dengan penambahan produksi sebesar 20%, hal ini dilakukan untuk melihat problem yang terjadi.

4.4.1 Antrian Kapal pada Model dengan Penambahan Produksi Sebesar 20%

Dari simulasi yang dilakukan dengan model referensi yang sudah dibuat dan ditambah produksi sebesar 20% didapatkan hasil berupa grafik jumlah antrian kapal dan waktu tunggu kapal tersebut. Adanya antrian kapal menunjukkan bahwa waktu singgah atau waktu sandar kapal pada dermaga tersebut cukup lama sehingga kapal lain yang datang untuk bersandar harus terlebih dahulu mengantri. Dari hasil simulasi model referensi tersebut didapatkan jumlah kapal yang menunggu dan lamanya waktu tunggu kapal untuk sandar.



Gambar 4.10 Grafik antrian kapal dan waktu tunggu setelah penambahan produksi 20%

Pada Gambar 4.10 menunjukkan grafik jumlah antrian kapal selama satu bulan. Garis sumbu X menunjukkan waktu (jam), dan garis sumbu Y menunjukkan jumlah kapal yang mengantri di dermaga. Setelah dilakukan run simulasi maka didapatkan jumlah antrian tertinggi terjadi pada hasil simulasi replikasi ke dua dengan maksimal antrian 5. Rata-rata jumlah antrian pada tiga kali replikasi sebesar 1.17998, sedangkan panjang antrian maksimal adalah 4.666. Rata-rata waktu tunggu antrian kapal pada tiga kali replikasi sebesar 11.18079 jam, sedangkan maksimal waktu tunggu kapal sebesar 39.91391 jam. Rata-rata panjang antrian dan waktu tunggu antrian kapal dapat di lihat di tabel 4.8.

Tabel 4.8 Hasil Simulasi Antrian Kapal di Dermaga dengan penambahan produksi sebesar 20%

Penambahan Produksi 20%	Length (unit)		Waiting Time (jam)	
	Average	Max	Average	Max
Ran 1	0.84039	4	7.89981	29.46110
Run 2	1.70746	5	16.60846	44.59858
Run 3	0.99211	5	9.03412	45.68205
Rata-rata	1.17998	4.666	11.18079	39.91391



4.4.2 Hasil Model simulasi Proses Bongkar Muat di dermaga dengan Penambahan

Produksi Sebesar 20%

Petikemas yang akan dibongkar muat menggunakan alat bantu yaitu *Container Crane (CC)*. Dibawah ini merupakan *BERTH TIME* (waktu sandar) kapal dari hasil model referensi setelah penambahan produksi sebesar 20%.

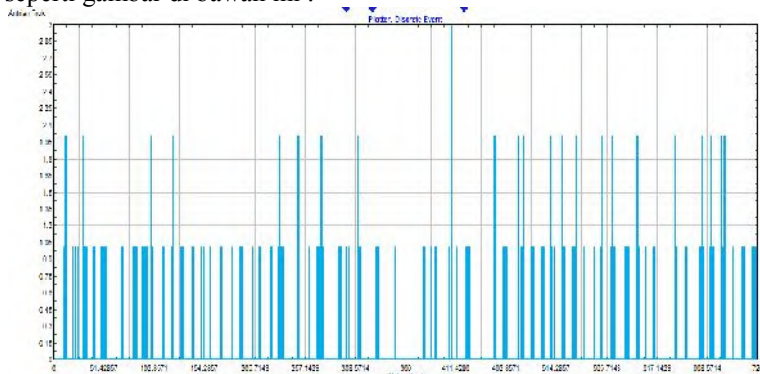
Tabel 4.9 Hasil simulasi referensi berupa *Berth Time* dan Kedatangan kapal dengan penambahan produksi sebesar 20%

Model	Berth Time (jam)	Kedatangan Kapal
Run 1	19.2988	68
Run2	15.2058	70
Run 3	17.5238	71
Rata-Rata	17.3428	69.666

Tabel 4.9 diatas merupakan *Berth Time* (waktu sandar) kapal selama bulan Maret dengan rata-rata kedatangan kapal sebanyak 69.666. Dari table tersebut didapat rata-rata *Berth Time* sebesar 17.3428 jam.

4.4.3 Antrian Truk di Yard Model dengan Penambahan Produksi Sebesar 20%

Dari hasil simulasi yang dilakukan didapat juga hasil berupa jumlah antrian truk dan waktu tunggu truk yang akan dibongkar di yard, seperti gambar di bawah ini :



Gambar 4.11 Grafik antrian truk dan waktu tunggu di yard setelah penambahan produksi 20%



Pada Gambar 4.11 menunjukkan grafik jumlah antrian truk di area yard selama satu bulan. Garis sumbu X menunjukkan waktu (jam), dan garis sumbu Y menunjukkan jumlah antrian truk yang sedang mengantri di dermaga. Setelah dilakukan run simulasi maka didapatkan jumlah antrian tertinggi terjadi pada hasil simulasi replikasi ke dua dengan maksimal antrian 3. Rata-rata jumlah antrian pada tiga kali replikasi sebesar 0.04484, sedangkan panjang antrian maksimal adalah 3. Rata-rata waktu tunggu antrian truk pada tiga kali replikasi sebesar 0.00191 jam, sedangkan maksimal waktu tunggu truk sebesar 0.04824 jam. Rata-rata waktu tunggu truk yang mencapai 0.4444 jam. Rata-rata panjang antrian dan waktu tunggu antrian truk dapat di lihat di tabel 4.10.

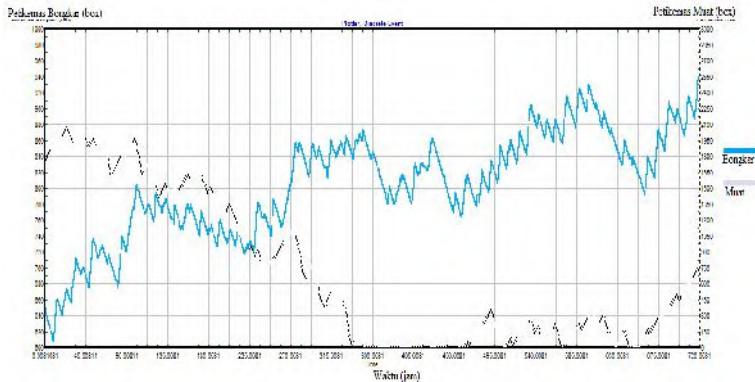
Tabel 4.10 Hasil Simulasi Antrian Truk di Yard dengan penambahan produksi sebesar 20%

Penambahan Produksi 20%	Length (unit)		Waiting Time (jam)	
	Average	Max	Average	Max
Ran 1	0.00774	3	0.00175	0.04279
Run 2	0.01176	3	0.00222	0.04824
Run 3	0.00919	3	0.00176	0.04231
Rata-rata	0.04484	3	0.00191	0.04444

4.4.4 Hasil model pada Proses Bongkar Muat di yard dengan Penambahan Produksi

Sebesar 20%

Petikemas yang datang dibawa oleh truk kemudian dibongkar dan dimuat dengan alat bantu yaitu *Rubber Tyred Gantry (RTG)*. Dibawah ini adalah gerafik penggunaan yard, dari hasil simulasi model referensi tersebut didapatkan jumlah petikemas yang berada di yard dan dapat diketahui apakah melebihi kapasitas atau tidak. Kemudian didapat juga jumlah get in dan get out petikemas, dari simulasi tersebut didapat get out sebanyak 12151 box dan get in sebanyak 10438 box.



Gambar 4.12 Grafik penggunaan yard setelah penambahan produksi 20%

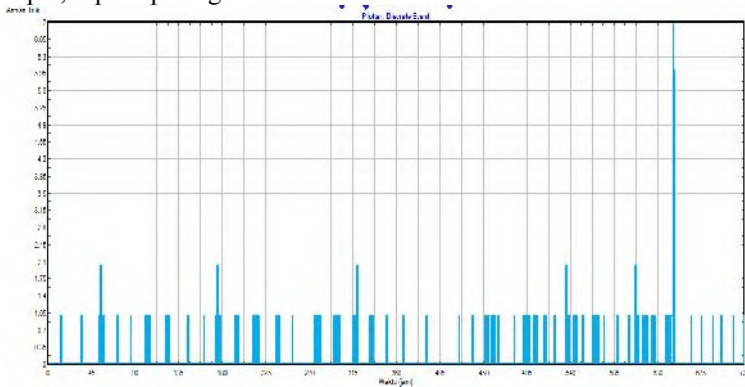
Pada Gambar 4.12 menunjukkan grafik jumlah petikemas di yard selama satu bulan. Garis sumbu X menunjukkan waktu (jam), garis sumbu Y kiri menunjukkan jumlah petikemas bongkar (box) yakni petikemas yang sudah dibongkar dari kapal kemudian ditumpuk di yard, dan garis sumbu Y kanan menunjukkan jumlah petikemas muat (box) yakni petikemas yang akan dimuat ke kapal yang sebelumnya dibawa dari luar kemudian ditumpuk di yard. Garis warna biru pada grafik menunjukkan jumlah petikemas bongkar dan garis warna abu-abu menunjukkan jumlah petikemas muat. Pada simulasi yang dibuat area yard sudah terisi terlebih dahulu yakni yard bongkar terisi 650 box dan yard muat terisi 1750 box. Kapasitas yard bongkar adalah 900 box dan kapasitas yard muat adalah 2250 box. Untuk yard bongkar terlihat trend nya cenderung naik dengan trend tertinggi yaitu total box nya sebanyak 977 box pada jam ke 552.20, kemudian turun hingga jam ke 720 dengan total tumpukan sebanyak 858 box. Untuk yard muat memiliki trend yang cenderung turun dengan trend tertinggi yaitu sebanyak 1938 box pada jam ke 13.05, kemudian turun hingga tidak ada petikemas di yard muat pada jam ke 553.49. Pada jam ke 720 total tumpukan di yard muat sebanyak 160 box.



4.4.5 Antrian Truk di Dermaga pada Model dengan Penambahan Produksi Sebesar

20%

Dari simulasi yang dilakukan didapatkan juga hasil berupa jumlah antrian truk dan waktu tunggu truk yang akan dibongkar ke kapal, seperti pada gambar 4.8 berikut ini :



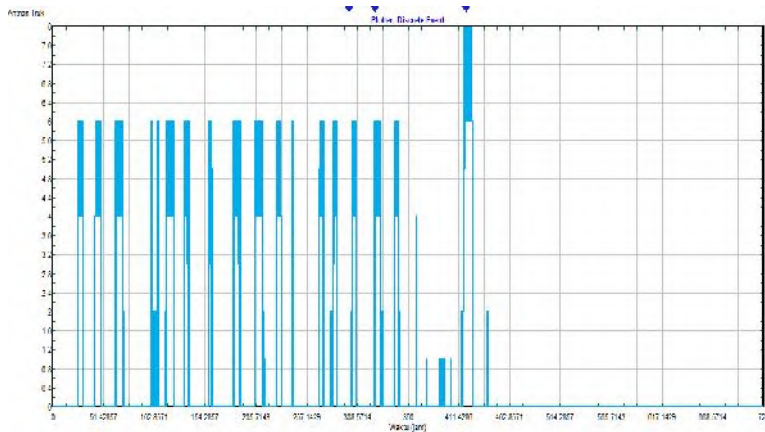
Gambar 4.13 Grafik antrian truk dan waktu tunggu di dermaga sisi selatan setelah penambahan produksi 20%

Pada Gambar 4.13 menunjukkan grafik jumlah antrian truk di dermaga sisi selatan selama satu bulan. Garis sumbu X menunjukkan waktu (jam), dan garis sumbu Y menunjukkan jumlah antrian truk yang sedang mengantri di dermaga. Setelah dilakukan run simulasi maka didapatkan jumlah antrian tertinggi terjadi pada hasil simulasi replikasi ke dua dengan maksimal antrian 7. Rata-rata jumlah antrian pada tiga kali replikasi sebesar 0.04404, sedangkan panjang antrian maksimal adalah 7. Rata-rata waktu tunggu antrian truk pada tiga kali replikasi sebesar 0.00314 jam, sedangkan maksimal waktu tunggu truk sebesar 1.99624 jam. Rata-rata waktu tunggu truk yang mencapai 1.98756 jam. Rata-rata panjang antrian dan waktu tunggu antrian truk dapat di lihat di tabel 4.11.



Tabel 4.11 Hasil Simulasi Antrian Truk di Dermaga sisi Selatan dengan penambahan produksi sebesar 20%

Penambahan Produksi 20%	Length (unit)		Waiting Time (jam)	
	Average	Max	Average	Max
Ran 1	0.03843	7	0.00319	1.98388
Run 2	0.05729	7	0.00332	1.98258
Run 3	0.03642	7	0.00293	1.99624
Rata-rata	0.04404	7	0.00314	1.98756



Gambar 4.14 Grafik antrian truk dan waktu tunggu di dermaga sisi Utara setelah penambahan produksi 20%

Pada Gambar 4.14 menunjukkan grafik jumlah antrian truk di dermaga sisi utara selama satu bulan. Garis sumbu X menunjukkan waktu (jam), dan garis sumbu Y menunjukkan jumlah antrian truk yang sedang mengantri di dermaga. Setelah dilakukan run simulasi maka didapatkan jumlah antrian tertinggi terjadi pada hasil simulasi replikasi ke tiga dengan maksimal antrian 8. Rata-rata jumlah antrian pada tiga kali replikasi sebesar 0.50951, sedangkan panjang antrian maksimal adalah 7.333. Rata-rata waktu tunggu antrian truk pada tiga kali replikasi sebesar 0.10727 jam, sedangkan maksimal waktu tunggu truk sebesar 2.11280 jam. Rata-rata waktu tunggu truk yang mencapai 1.45697 jam.



Rata-rata panjang antrian dan waktu tunggu antrian truk dapat di lihat di tabel 4.12.

Tabel 4.12 Hasil Simulasi Antrian Truk di Dermaga sisi Utara dengan penambahan produksi sebesar 20%

Penambahan Produksi 20%	Length (unit)		Waiting Time (jam)	
	Average	Max	Average	Max
Ran 1	0.65076	8	0.10517	1.11926
Run 2	0.18589	6	0.10768	1.13887
Run 3	0.69188	8	0.10898	2.11280
Rata-rata	0.50951	7.333	0.10727	1.45697

4.5 Pembuatan dan *Running Model* Alternatif dengan Penambahan Produksi Sebesar 20%

Model simulasi yang telah dibuat kemudian dikembangkan sesuai dengan rencana untuk mengoptimalkan kinerja bongkar muat di terminal tersebut. Pembuatan model alternatif juga bertujuan untuk membuat model baru yang lebih baik dan mengetahui permasalahan yang ada ketika dilakukan penambahan produksi. Beberapa parameter yang diubah antara lain adalah penambahan *Container Crane (CC)* sehingga dapat mempercepat waktu bongkar muat pada kapal, penambahan *Rubber Tyred Gantry (RTG)*, dan perluasan area *Container yard*.

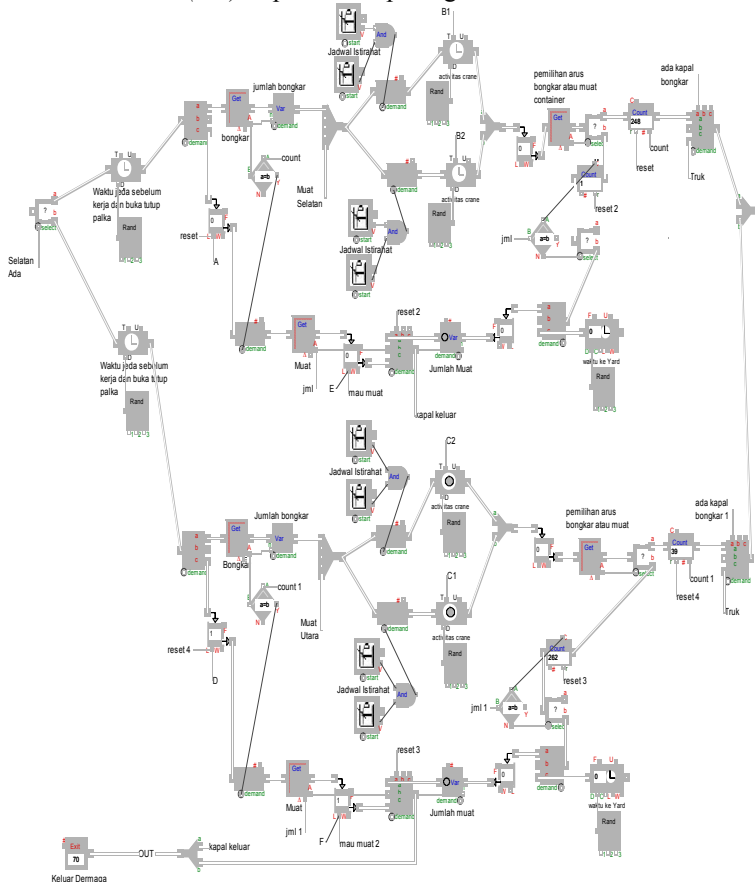
Untuk alternatif penambahan kapasitas alat bongkar ini berdasarkan karna rata-rata laju pembongkaran mengalami keterlambatan, karena kapasitas alat bongkar yang dimiliki masih dirasa kurang mencukupi untuk kapasitas atau beban pelabuhan yang sudah ada saat ini. Penambahan kapasitas alat bongkar ini tidak diikuti dengan penambahan dermaga karena ingin memaksimalkan laju pembongkaran dengan penambahan kapasitas alat bongkar yang baru, sehingga lebih cepat maka kapal tidak perlu mengantri untuk dibongkar.

4.5.1 Simulasi Alternatif dengan Penambahan 1 unit *Container Crane (CC)*

Berdasarkan penganalisaan model referensi, dapat disimpulkan bahwa jumlah dan kapasitas *Container Crane (CC)* yang digunakan pada model referensi belum mencukupi dengan kapasitas maksimalnya.



Untuk mengatasinya, maka langkah yang dilakukan adalah melakukan penambahan jumlah *Container Crane (CC)*. Pada simulasi ini penambahan *Container Crane (CC)* dilakukan di dermaga sebelah utara yang di modelkan dalam blok *activity delay*. Model simulasi Proses Bongkar Muat petikemas Pada Kapal Dengan Penambahan 1 Unit *Container Crane (CC)* dapat dilihat pada gambar 4.15 dibawah ini :

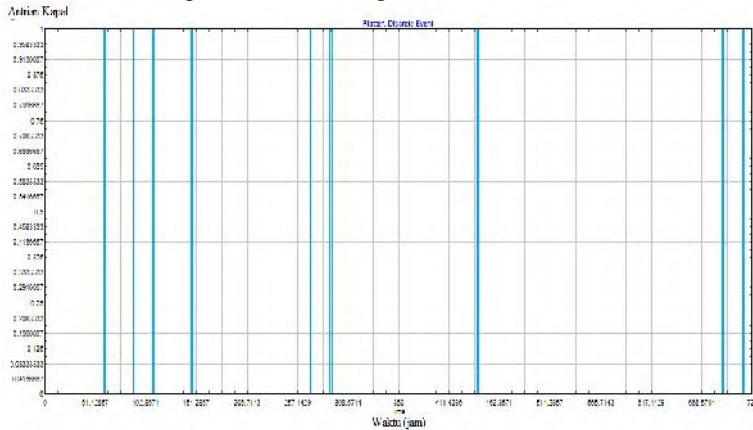


Gambar 4.15 Model simulasi Proses Bongkar Muat petikemas Pada Kapal Dengan Penambahan 1 Unit *Container Crane (CC)*



4.5.1.1 Antrian Kapal pada model alternative dengan penambahan 1 unit *Container Crane (CC)*

Dari simulasi yang dilakukan dengan model alternatif yang sudah dibuat didapatkan hasil sebagai berikut :



Gambar 4.16 Grafik antrian kapal dan waktu tunggu dengan penambahan 1 unit *Container Crane (CC)*

Pada Gambar 4.16 menunjukkan grafik jumlah antrian kapal selama satu bulan. Garis sumbu X menunjukkan waktu (jam), dan garis sumbu Y menunjukkan jumlah kapal yang mengantri di dermaga. Setelah dilakukan run simulasi maka didapatkan jumlah antrian tertinggi terjadi pada hasil simulasi replikasi ke tiga dengan maksimal antrian 1. Rata-rata jumlah antrian pada tiga kali replikasi sebesar 0.01602, sedangkan panjang antrian maksimal adalah 1. Rata-rata waktu tunggu antrian kapal pada tiga kali replikasi sebesar 0.15806 jam, sedangkan maksimal waktu tunggu kapal sebesar 4.73951 jam. Rata-rata waktu tunggu kapal yang mencapai 3.35138 jam sudah mengalami penurunan dari waktu tunggu kapal model referensi. Rata-rata panjang antrian dan waktu tunggu antrian kapal dapat di lihat di tabel 4.13.



Tabel 4.13 Hasil Simulasi Antrian Kapal di Dermaga dengan penambahan 1 unit *Container Crane*

Penambahan CC	Length (unit)		Waiting Time (jam)	
	Average	Max	Average	Max
Ran 1	0.01618	1	0.15968	1.98164
Run 2	0.01465	1	0.14450	4.73951
Run 3	0.01723	1	0.17001	3.35138
Rata-rata	0.01602	1	0.15806	3.35751

4.5.1.2 Hasil Model Alternatif Proses Bongkar Muat di dermaga dengan penambahan 1 unit *Container Crane (CC)*

Petikemas yang akan di bongkar muat menggunakan alat bantu yaitu *Container Crane (CC)* . Dibawah ini merupakan *BERTH TIME* (waktu sandar) kapal dari hasil model alternatif.

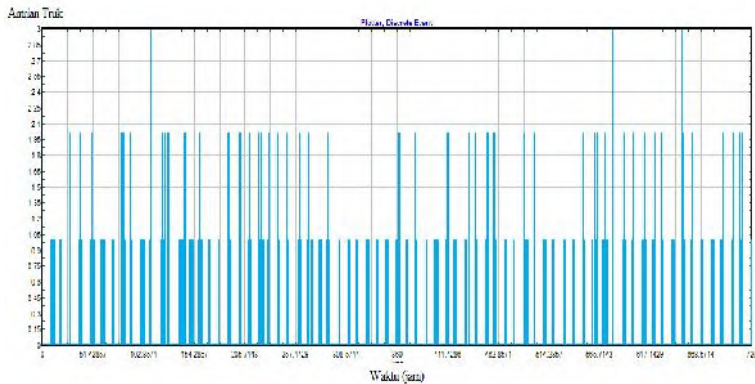
Tabel 4.14 Hasil simulasi alternatif berupa *Berth Time* dan Kedatangan kapal dengan penambahan 1 unit *Container Crane (CC)*

Model	Berth Time (jam)	Kedatangan Kapal
Run 1	13.3863	69
Run2	13.6896	71
Run 3	14.3785	70
Rata-Rata	13.8181	70

Table 4.14 diatas merupakan *Berth Time* (waktu sandar) kapal selama satu bulan dengan rata-rata kedatangan kapal sebanyak 70. Dari table tersebut didapat kan rata-rata *Berth Time* sebesar 13.8181 jam.

4.5.1.3. Antrian Truk di Yard pada Model Alternatif dengan penambahan 1 unit *Container Crane (CC)*

Dari hasil simulasi yang dilakukan didapat juga hasil berupa jumlah antrian truk dan waktu tunggu truk yang akan dibongkar di yard, seperti pada gambar berikut ini :



Gambar 4.17 Grafik antrian truk dan waktu tunggu di yard dengan penambahan 1 unit *Container Crane (CC)*

Pada Gambar 4.17 menunjukkan grafik jumlah antrian truk di area yard selama satu bulan. Garis sumbu X menunjukkan waktu (jam), dan garis sumbu Y menunjukkan jumlah antrian truk. Setelah dilakukan run simulasi maka didapatkan jumlah antrian tertinggi terjadi pada hasil simulasi replikasi ke dua dengan maksimal antrian 3. Rata-rata jumlah antrian pada tiga kali replikasi sebesar 0.05920, sedangkan panjang antrian maksimal adalah 3. Rata-rata waktu tunggu antrian truk pada tiga kali replikasi sebesar 0.00274 jam, sedangkan maksimal waktu tunggu truk sebesar 0.05116 jam. Rata-rata waktu tunggu truk yang mencapai 0.04688 jam sudah mengalami penurunan dari waktu tunggu truk model referensi. Rata-rata panjang antrian dan waktu tunggu antrian truk dapat dilihat di tabel 4.15.

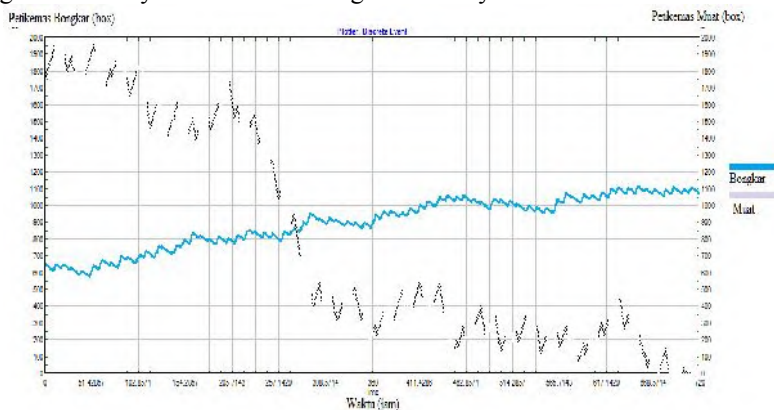
Tabel 4.15 Hasil Simulasi Antrian Truk di Yard dengan penambahan 1 unit *Container Crane*

Penambahan CC	Length (unit)		Waiting Time (jam)	
	Average	Max	Average	Max
Ran 1	0.01366	3	0.00280	0.04526
Run 2	0.01507	3	0.00292	0.05116
Run 3	0.01326	3	0.00250	0.04424
Rata-rata	0.05920	3	0.00274	0.04688



4.5.1.4 Hasil model alternatif pada Proses Bongkar Muat di yard dengan penambahan 1 unit *Container Crane (CC)*

Petikemas yang datang dibawa oleh truk kemudian dibongkar dan dimuat dengan alat bantu yaitu *Rubber Tyred Gantry (RTG)*. Dibawah ini adalah grafik penggunaan yard, dari hasil simulasi model alternatif tersebut didapatkan jumlah petikemas yang berada di yard dan dapat diketahui apakah melebihi kapasitas atau tidak. Kemudian didapat juga jumlah get in dan get out petikemas, dari simulasi tersebut didapat get out sebanyak 15464 box dan get in sebanyak 12982 box.



Gambar 4.18 Grafik penggunaan yard dengan penambahan 1 unit *Container Crane (CC)*

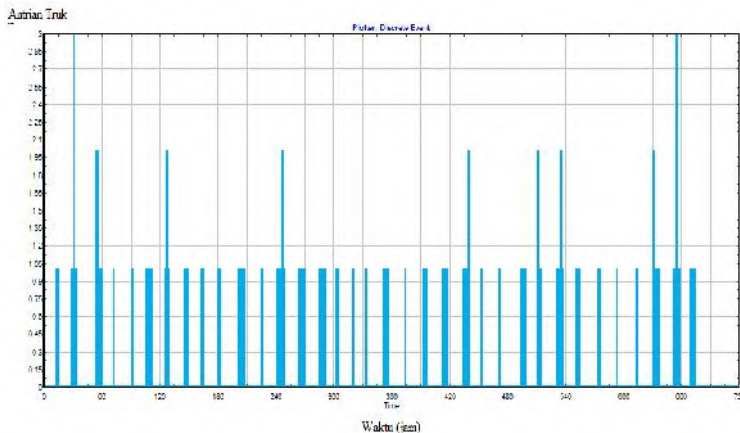
Pada Gambar 4.18 menunjukkan grafik jumlah petikemas di yard selama satu bulan. Garis sumbu X menunjukkan waktu (jam), garis sumbu Y kiri menunjukkan jumlah petikemas bongkar (box) yakni petikemas yang sudah dibongkar dari kapal kemudian ditumpuk di yard, dan garis sumbu Y kanan menunjukkan jumlah petikemas muat (box) yakni petikemas yang akan dimuat ke kapal yang sebelumnya dibawa dari luar kemudian ditumpuk di yard. Garis warna biru pada grafik menunjukkan jumlah petikemas bongkar dan garis warna abu-abu menunjukkan jumlah petikemas muat. Pada simulasi yang dibuat area yard sudah terisi terlebih dahulu yakni yard bongkar terisi 650 box dan yard muat terisi 1750 box. Kapasitas yard bongkar adalah 900 box dan kapasitas yard muat adalah 2250 box. Untuk yard bongkar terlihat trend



nya cenderung naik dengan trend tertinggi yaitu total box nya sebanyak 1114 box pada jam ke 651.90 dan sedikit turun sampai jam ke 720 dengan total tumpukan sebanyak 1077 box. Untuk yard muat memiliki trend yang awalnya naik dengan total box mencapai 1972 pada jam ke 12.29, kemudian trend nya cenderung turun sampai jam ke 720 hingga yard kosong.

4.5.1.5 Antrian Truk di Dermaga pada model alternatif dengan penambahan 1 unit *Container Crane (CC)*

Dari hasil simulasi yang dilakukan didapat juga hasil berupa jumlah antrian truk dan waktu tunggu truk yang akan dibongkar ke kapal, seperti pada gambar dibawah ini :



Gambar 4.19 Grafik antrian truk dan waktu tunggu di dermaga sisi selatan dengan penambahan 1 unit *Container Crane (CC)*

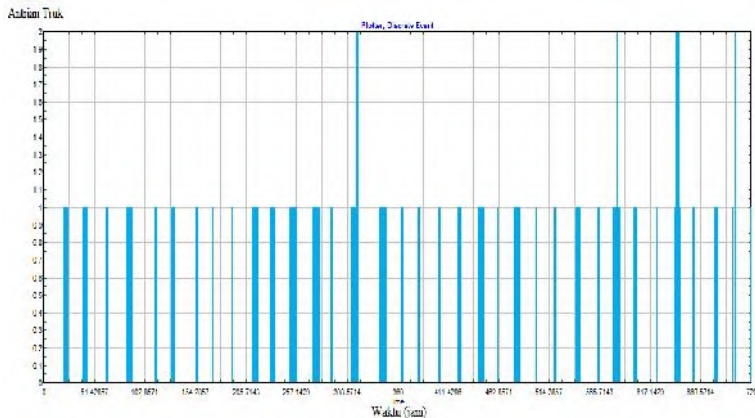
Pada Gambar 4.19 menunjukan grafik jumlah antrian truk di dermaga sisi selatan selama satu bulan. Garis sumbu X menunjukan waktu (jam), dan garis sumbu Y menunjukan jumlah antrian truk yang sedang mengantri di dermaga. Setelah dilakukan run simulasi maka didapatkan jumlah antrian tertinggi terjadi pada hasil simulasi replikasi pertama dengan maksimal antrian 3. Rata-rata jumlah antrian pada tiga



kali replikasi sebesar 0.02328, sedangkan panjang antrian maksimal adalah 3. Rata-rata waktu tunggu antrian truk pada tiga kali replikasi sebesar 0.00214 jam, sedangkan maksimal waktu tunggu truk sebesar 1.99519 jam. Rata-rata waktu tunggu truk yang mencapai 1.65952 jam sudah mengalami penurunan dari waktu tunggu truk model referensi. Rata-rata panjang antrian dan waktu tunggu antrian truk dapat di lihat di tabel 4.16.

Tabel 4.16 Hasil Simulasi Antrian Truk di Dermaga sisi Selatan dengan penambahan 1 unit *container crane* (CC)

Penambahan CC	Length (unit)		Waiting Time (jam)	
	Average	Max	Average	Max
Ran 1	0.03123	3	0.00293	0.99917
Run 2	0.02709	3	0.00236	1.98422
Run 3	0.01152	3	0.00113	1.99519
Rata-rata	0.02328	3	0.00214	1.65952



Gambar 4.20 Grafik antrian truk dan waktu tunggu di dermaga sisi utara dengan penambahan 1 unit *container crane* (CC)



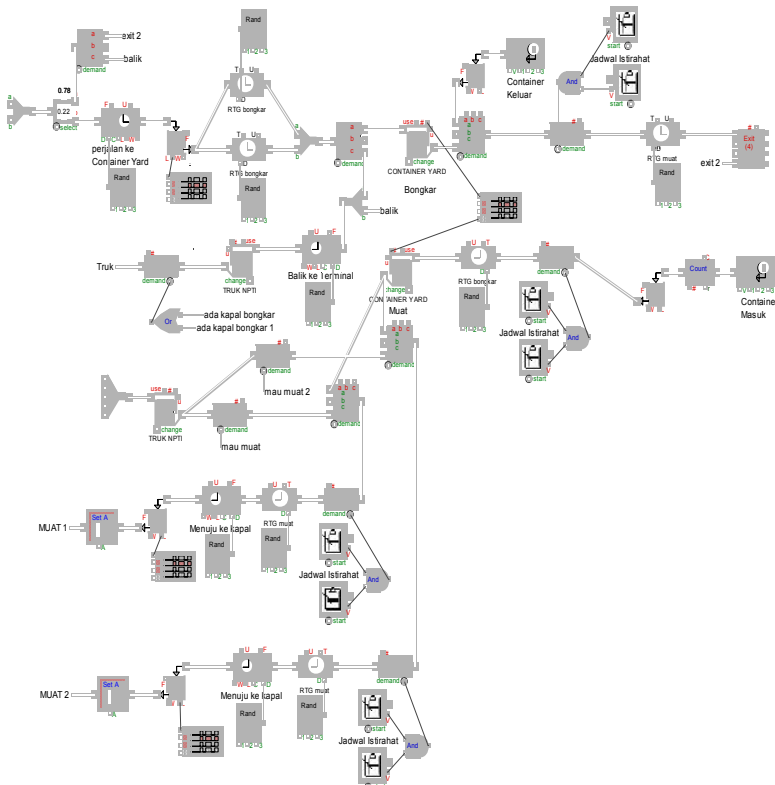
Pada Gambar 4.20 menunjukkan grafik jumlah antrian truk di dermaga sisi utara selama satu bulan. Garis sumbu X menunjukkan waktu (jam), dan garis sumbu Y menunjukkan jumlah antrian truk yang sedang mengantri di dermaga. Setelah dilakukan run simulasi maka didapatkan jumlah antrian tertinggi terjadi pada hasil simulasi replikasi ke tiga dengan maksimal antrian 2. Rata-rata jumlah antrian pada tiga kali replikasi sebesar 0.01964, sedangkan panjang antrian maksimal adalah 2. Rata-rata waktu tunggu antrian truk pada tiga kali replikasi sebesar 0.00202 jam, sedangkan maksimal waktu tunggu truk sebesar 1.99972 jam. Rata-rata waktu tunggu truk yang mencapai 1.99415 jam sudah mengalami penurunan dari waktu tunggu kapal model referensi. Rata-rata panjang antrian dan waktu tunggu antrian truk dapat di lihat di tabel 4.17.

Tabel 4.17 Hasil Simulasi Antrian Truk di Dermaga sisi Utara dengan penambahan 1 unit *Container Crane (CC)*

Penambahan CC	Length (unit)		Waiting Time (jam)	
	Average	Max	Average	Max
Ran 1	0.01664	2	0.00169	1.99769
Run 2	0.02030	2	0.00225	1.98506
Run 3	0.02199	2	0.00212	1.99972
Rata-rata	0.01964	2	0.00202	1.99415

4.5.2 Simulasi dengan Penambahan 1 unit *Rubber Tyred Gantry (RTG)*

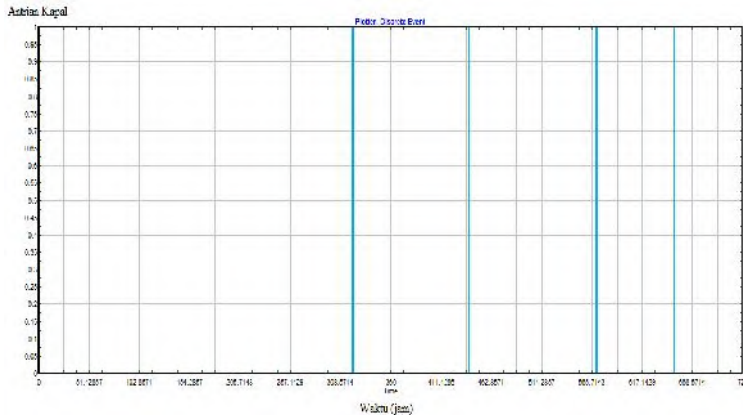
Berdasarkan penganalisaan model alternative pertama, dapat disimpulkan bahwa jumlah dan kapasitas *Rubber Tyred Gantry (RTG)* yang digunakan pada model referensi belum mencukupi dengan kapasitas maksimalnya. Untuk mengatasinya, maka langkah yang dilakukan adalah melakukan penambahan jumlah *Rubber Tyred Gantry (RTG)*. Pada simulasi ini penambahan *Rubber Tyred Gantry (RTG)* dilakukan di yard bongkar yang di modelkan dalam blok *activity delay*. Model simulasi Proses Bongkar Muat petikemas di *Container Yard* dengan Penambahan 1 unit *Rubber Tyred Gantry (RTG)* dapat dilihat pada gambar 4.21 dibawah ini.



Gambar 4.21 Model simulasi Proses Bongkar Muat petikemas di *Continer Yard* dengan Penambahan 1 unit *Rubber Tyred Gantry (RTG)*

4.5.2.1 Antrian Kapal dengan Penambahan 1 unit *Rubber Tyred Gantry (RTG)*

Dari simulasi yang dilakukan dengan model alternatif yang sudah dibuat didapatkan hasil sebagai berikut :



Gambar 4.22 Grafik antrian kapal dan waktu tunggu dengan Penambahan 1 unit *Rubber Tyred Gantry (RTG)*

Pada Gambar 4.22 menunjukkan grafik jumlah antrian kapal selama satu bulan. Garis sumbu X menunjukkan waktu (jam), dan garis sumbu Y menunjukkan jumlah kapal yang mengantri di dermaga. Setelah dilakukan run simulasi maka didapatkan jumlah antrian tertinggi terjadi pada hasil simulasi replikasi ke dua dengan maksimal antrian 1. Rata-rata jumlah antrian pada tiga kali replikasi sebesar 0.00441, sedangkan panjang antrian maksimal adalah 1. Rata-rata waktu tunggu antrian kapal pada tiga kali replikasi sebesar 0.04356 jam, sedangkan maksimal waktu tunggu kapal sebesar 2.56337 jam. Rata-rata waktu tunggu kapal yang mencapai 1.89533 jam. Rata-rata panjang antrian dan waktu tunggu antrian kapal dapat di lihat di tabel 4.18.

Tabel 4.18 Hasil Simulasi Antrian Kapal di Dermaga dengan penambahan 1 unit *Rubber Tyred Gantry (RTG)*

Penambahan RTG	Length (unit)		Waiting Time (jam)	
	Average	Max	Average	Max
Ran 1	0.00510	1	0.05032	1.85694
Run 2	0.00617	1	0.06087	2.56337
Run 3	0.00197	1	0.01949	1.26568
Rata-rata	0.00441	1	0.04356	1.89533



4.5.2.2 Hasil Proses Bongkar Muat di dermaga dengan Penambahan 1 unit *Rubber Tyred Gantry (RTG)*

Petikemas yang akan di bongkar muat menggunakan alat bantu yaitu *Container Crane (CC)*. Dibawah ini merupakan *BERTH TIME* (waktu sandar) kapal dari hasil model alternative.

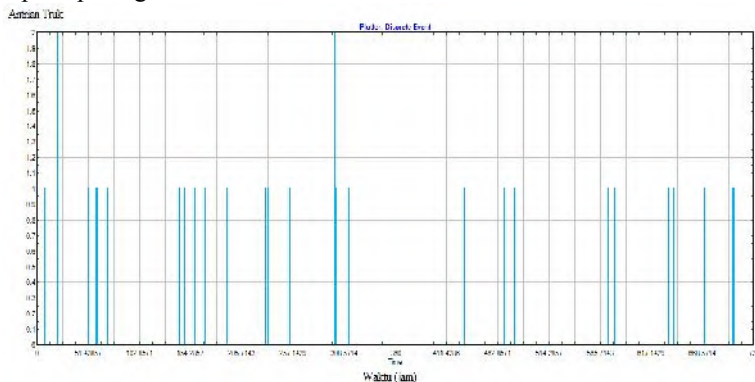
Tabel 4.19 Hasil simulasi alternative berupa *Berth Time* dan Kedatangan kapal dengan Penambahan 1 unit *Rubber Tyred Gantry (RTG)*

Model	Berth Time (jam)	Kedatangan Kapal
Run 1	12.9022	70
Run2	12.9832	70
Run 3	13.1259	70
Rata-Rata	13.0037	70

Tabel 4.19 diatas merupakan *Berth Time* (waktu sandar) kapal selama satu bulan dengan rata-rata kedatangan kapal sebanyak 70. Dari tabel tersebut didapat kan rata-rata *Berth Time* sebesar 13.0037 jam.

4.5.2.3. Antrian truk di Yard dengan Penambahan 1 unit *Rubber Tyred Gantry (RTG)*

Dari hasil simulasi yang dilakukan didapatkan juga hasil berupa jumlah antrian truk dan waktu tunggu truk yang akan dibongkar di yard, seperti pada gambar dibawah ini :



Gambar 4.23 Grafik antrian truk dan waktu tunggu di yard dengan Penambahan 1 unit *Rubber Tyred Gantry (RTG)*



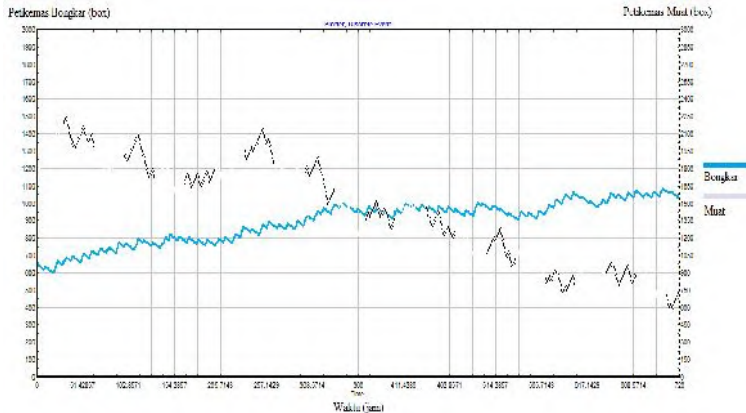
Pada Gambar 4.23 menunjukkan grafik jumlah antrian truk di area yard selama satu bulan. Garis sumbu X menunjukkan waktu (jam), dan garis sumbu Y menunjukkan jumlah antrian truk. Setelah dilakukan run simulasi maka didapatkan jumlah antrian tertinggi terjadi pada hasil simulasi replikasi ke tiga dengan maksimal antrian 2. Rata-rata jumlah antrian pada tiga kali replikasi sebesar 0.00016, sedangkan panjang antrian maksimal adalah 1.666. Rata-rata waktu tunggu antrian truk pada tiga kali replikasi sebesar 0.000034 jam, sedangkan maksimal waktu tunggu truk sebesar 0.01093 jam. Rata-rata waktu tunggu truk yang mencapai 0.00934 jam. Rata-rata panjang antrian dan waktu tunggu antrian truk dapat di lihat di tabel 4.20.

Tabel 4.20 Hasil Simulasi Antrian Truk di Yard dengan penambahan 1 unit *Rubber Tyred Gantry (RTG)*

Penambahan RTG	Length (unit)		Waiting Time (jam)	
	Average	Max	Average	Max
Ran 1	0.00013	2	0.000028	0.00759
Run 2	0.00018	1	0.000038	0.01093
Run 3	0.00019	2	0.000037	0.00950
Rata-rata	0.00016	1.666	0.000034	0.00934

4.5.2.4 Hasil Proses Bongkar Muat di yard dengan Penambahan 1 unit *Rubber Tyred Gantry (RTG)*

Petikemas yang datang dibawa oleh truk kemudian dibongkar dan dimuat dengan alat bantu yaitu *Rubber Tyred Gantry (RTG)*. Dibawah ini adalah grafik penggunaan yard, dari hasil simulasi model alternative tersebut didapatkan jumlah petikemas yang berada di yard dan dapat diketahui apakah melebihi kapasitas atau tidak. Kemudian didapat juga jumlah get in dan get out petikemas, dari simulasi tersebut didapat get out sebanyak 15534 box dan get in sebanyak 12979 box.



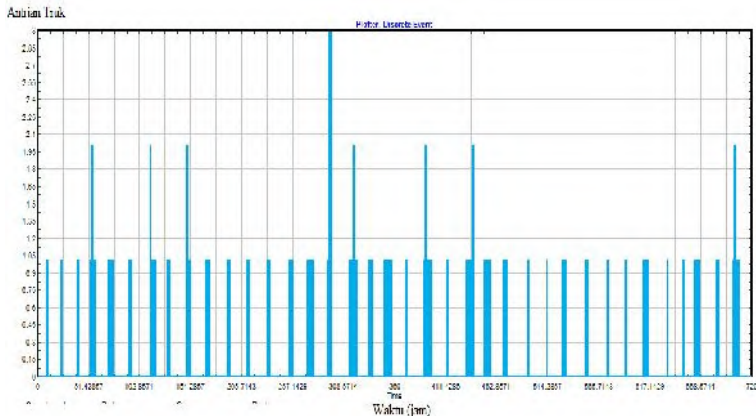
Gambar 4.24 Grafik penggunaan yard dengan Penambahan 1 unit Rubber Tyred Gantry (RTG)

Pada Gambar 4.24 menunjukkan grafik jumlah petikemas di yard selama satu bulan. Garis sumbu X menunjukkan waktu (jam), garis sumbu Y kiri menunjukkan jumlah petikemas bongkar (box) yakni petikemas yang sudah dibongkar dari kapal kemudian ditumpuk di yard, dan garis sumbu Y kanan menunjukkan jumlah petikemas muat (box) yakni petikemas yang akan dimuat ke kapal yang sebelumnya dibawa dari luar kemudian ditumpuk di yard. Garis warna biru pada grafik menunjukkan jumlah petikemas bongkar dan garis warna abu-abu menunjukkan jumlah petikemas muat. Pada simulasi yang dibuat area yard sudah terisi terlebih dahulu yakni yard bongkar terisi 740 box dan yard muat terisi 1950 box. Kapasitas yard bongkar adalah 900 box dan kapasitas yard muat adalah 2250 box. Untuk yard bongkar terlihat trend nya cenderung naik dengan trend tertinggi yaitu total box nya sebanyak 1067 box pada jam ke 710.21, kemudian trend turun kembali sampai jam ke 720 dengan total tumpukan sebanyak 1038 box. Untuk yard muat memiliki trend yang awalnya naik dengan total box mencapai 2245 pada jam ke 33.16, kemudian trend nya cenderung turun sampai jam ke 720 dengan sisa tumpukan sebanyak 732 box.



4.5.2.5 Antrian truk di dermaga dengan Penambahan 1 unit Rubber Tyred Gantry (RTG)

Dari hasil simulasi yang dilakukan didapatkan juga hasil berupa jumlah antrian truk dan waktu tunggu truk yang akan dibongkar ke kapal, seperti berikut ini :



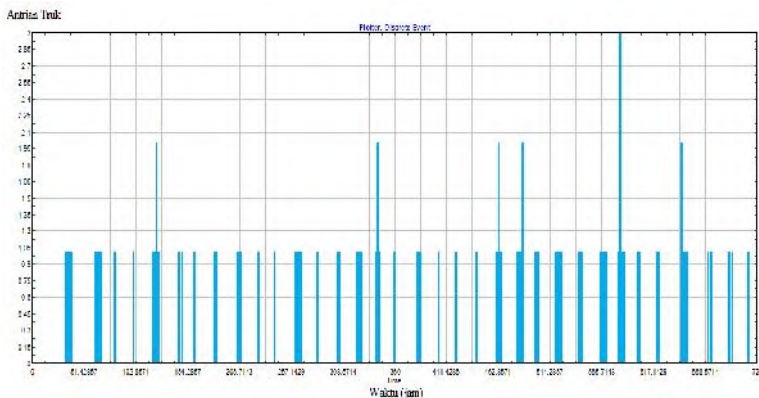
Gambar 4.25 Grafik antrian truk dan waktu tunggu di dermaga sisi selatan dengan Penambahan 1 unit *Rubber Trayed Gatry* (RTG)

Pada Gambar 4.25 menunjukkan grafik jumlah antrian truk di dermaga sisi selatan selama satu bulan. Garis sumbu X menunjukkan waktu (jam), dan garis sumbu Y menunjukkan jumlah antrian truk yang sedang mengantri di dermaga. Setelah dilakukan run simulasi maka didapatkan jumlah antrian tertinggi terjadi pada hasil simulasi replikasi ke dua dengan maksimal antrian 3. Rata-rata jumlah antrian pada tiga kali replikasi sebesar 0.02564, sedangkan panjang antrian maksimal adalah 3. Rata-rata waktu tunggu antrian truk pada tiga kali replikasi sebesar 0.00230 jam, sedangkan maksimal waktu tunggu truk sebesar 1.98755 jam. Rata-rata waktu tunggu truk yang mencapai 1.32884 jam. Rata-rata panjang antrian dan waktu tunggu antrian truk dapat di lihat di tabel 4.21.



Tabel 4.21 Hasil Simulasi Antrian Truk di Dermaga sisi Selatan dengan penambahan 1 unit *Rubber Tyred Gantry* (RTG)

Penambahan RTG	Length (unit)		Waiting Time (jam)	
	Average	Max	Average	Max
Ran 1	0.02261	3	0.00232	0.99966
Run 2	0.03121	3	0.00251	0.99933
Run 3	0.02312	3	0.00208	1.98755
Rata-rata	0.02564	3	0.00230	1.32884



Gambar 4.26 Grafik antrian truk dan waktu tunggu di dermaga sisi utara dengan Penambahan 1 unit *Rubber Tyred Gantry* (RTG)

Pada Gambar 4.26 menunjukkan grafik jumlah antrian truk di dermaga sisi utara selama satu bulan. Garis sumbu X menunjukkan waktu (jam), dan garis sumbu Y menunjukkan jumlah antrian truk yang sedang mengantri di dermaga. Setelah dilakukan run simulasi maka didapatkan jumlah antrian tertinggi terjadi pada hasil simulasi replikasi ke tiga dengan maksimal antrian 3. Rata-rata jumlah antrian pada tiga kali replikasi sebesar 0.01844, sedangkan panjang antrian maksimal adalah 2.666. Rata-rata waktu tunggu antrian truk pada tiga kali replikasi sebesar 0.00206 jam, sedangkan maksimal waktu tunggu truk sebesar 1.98965 jam. Rata-rata waktu tunggu truk yang mencapai 1.65743 jam.



Rata-rata panjang antrian dan waktu tunggu antrian truk dapat di lihat di tabel 4.22.

Tabel 4.22 Hasil Simulasi Antrian Truk di Dermaga sisi Utara dengan Penambahan 1 unit *Rubber Tyred Gantry* (RTG)

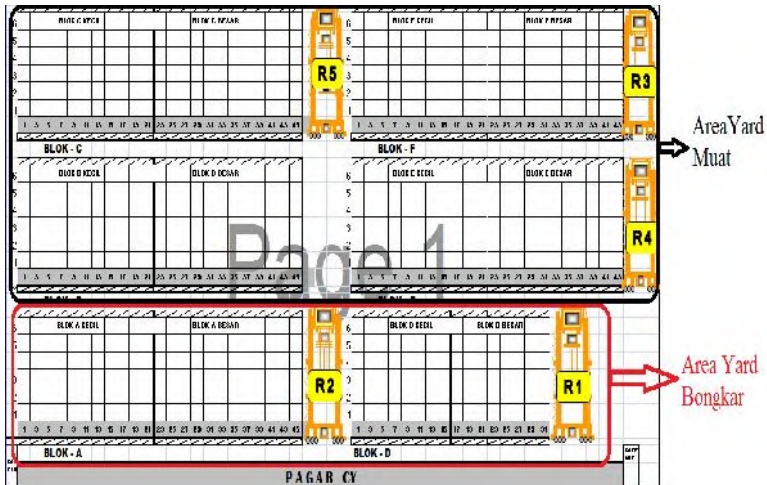
Penambahan RTG	Length (unit)		Waiting Time (jam)	
	Average	Max	Average	Max
Ran 1	0.01906	3	0.00196	1.98438
Run 2	0.00907	2	0.00119	0.99827
Run 3	0.02719	3	0.00303	1.98965
Rata-rata	0.01844	2.666	0.00206	1.65743

4.6 Penataan Layout *Container yard*

Berdasarkan penganalisaan model *alternative* yang dibuat dengan penambahan produksi sebesar 20% dapat disimpulkan bahwa penggunaan area yard bongkar dan yard muat kurang optimal, sehingga perlu dilakukan penataan ulang. Untuk mengatasinya, maka langkah yang dilakukan adalah melakukan penambahan area untuk petikemas bongkar karena jumlah petikemas yang masuk sudah melebihi kapasitas tampung di yard.

4.6.1 Layout *Container yard* sebelum Penataan

Petikemas yang dibongkar dari kapal dan yang mau dimuat ke kapal terlebih dahulu di tumpuk di yard. Dibawah ini merupakan gambar area *container yard* di Terminal Nilam.

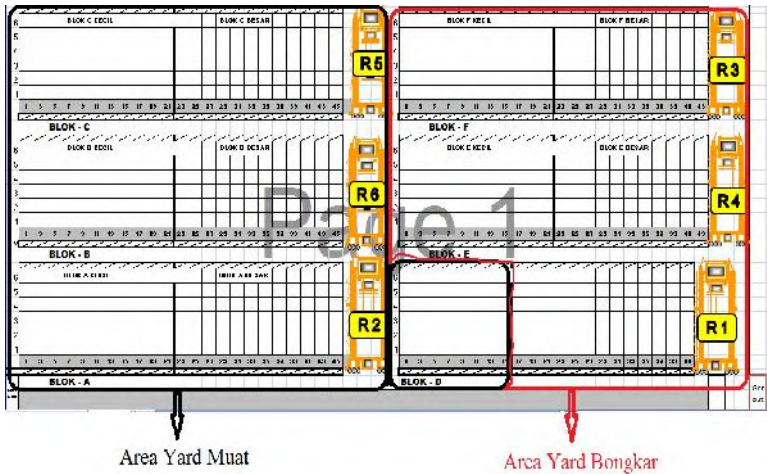


Gambar 4.27 Area *Container yard* sebelum penataan

Pada gambar 4.27 menunjukkan area *container yard* yang ada di Terminal Nilam, Tanjung perak Surabaya. Di yard tersebut terdapat 6 Blok area dan memiliki 5 unit *Rubber Tyred Gantry (RTG)*. Dapat dilihat juga yang ditandai dengan garis merah merupakan area yard bongkar dan yang ditandai dengan garis hitam merupakan area yard muat. Sebelumnya penggunaan area *container yard* untuk bongkar digunakan Blok A dan Blok D dengan total kapasitas sebanyak 900 box. Kemudian untuk area *container yard* muat digunakan Blok B, Blok C, Blok E, dan blok F dengan total kapasitas 2250 box.

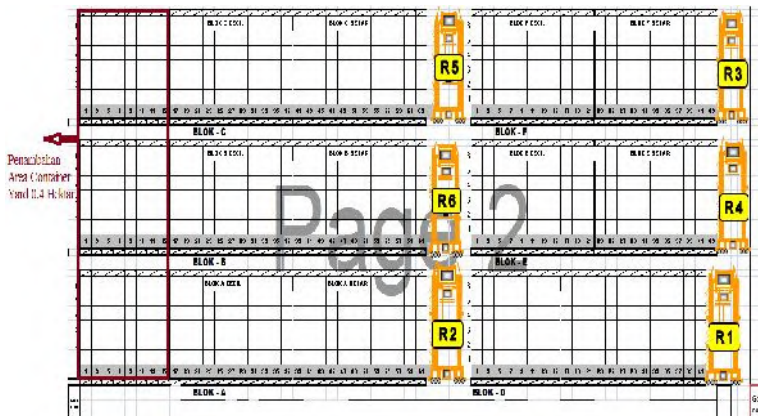
4.6.2 Layout *Container yard* sesudah Penataan dan Penambahan Luas area

Dibawah ini merupakan area *Container yard* sesudah dilakukan penataan ulang dan penambahan kapasitas.



Gambar 4.28 Area *Container yard* sesudah penataan

Pada gambar 4.28 menunjukkan area *container yard* yang ada di Terminal Nilam, Tanjung Perak Surabaya sesudah dilakukan penataan pada rencana pengembangan tersebut. Di yard Terminal Nilam ini terdapat 6 Blok area dan memiliki 6 unit *Rubber Tyred Gantry* (RTG), sebelumnya di yard tersebut memiliki 5 unit *Rubber Tyred Gantry* (RTG) kemudian sesudah dilakukan simulasi pada model alternative dilakukan penambahan 1 unit *Rubber Tyred Gantry* (RTG) seperti gambar 4.28 diatas setiap Blok sudah tersedia *Rubber Tyred Gantry* (RTG). Dapat dilihat juga yang ditandai dengan garis merah merupakan area yard bongkar dan yang ditandai dengan garis hitam merupakan area yard muat. Sesudah dilakukan penataan maka area yang digunakan untuk bongkar adalah Blok D, Blok E, dan Blok F. Kemudian untuk area yard muat digunakan Blok A, Blok B, Blok C, dan Blok D, sebagian Blok D tetap digunakan untuk area petikemas muat karena memiliki fasilitas *Reefer Container*.



Gambar 4.29 Area *Container yard* sesudah penambahan seluas 0.4 Hektar

Pada gambar 4.29 menunjukkan area *container yard* yang ada di Terminal Nilam, Tanjung perak Surabaya sesudah dilakukan penambahan area seluas 0.4 Hektar, dimana sebelumnya luas area *Container yard* 34.000m² menjadi 38.000m². Penambahan luas area *Container yard* tersebut dapat menambah kapasitas petikemas sebanyak 600 box, sehingga total kapasitas petikemas di yard muat menjadi 2500 box dan kapasitas petikemas di yard bongkar menjadi 1400 box.

LAPORAN REKAP KINERJA TERMINAL NILAM SERBAGUNA

PERIODE 01-Mar-2015 S/D 31-Mar-2015

NO	VESSEL	LOA	VOY	SERTING	START WORK	END WORK	DEPARTURE	IDLE	NOT	ET	TOT BOK	BOK	BSH GROSS	BSH NET	BT	BWT	BOR	JPOC	ET/ST	
1	MERATUS DIU ,JOI	115.18	1503	1504	25-FEB-15 08:50	25-FEB-15 09:10	01-MAR-15 02:00	01-MAR-15 04:00	4.42	2.33	12.41	337	20.02	17.58	20.02	19.17	18.54	1.02	18.82	84.75
2	TANTO TANGGULH ,JOI	145	1501	1501(M)	25-FEB-15 04:00	25-FEB-15 09:30	01-MAR-15 10:50	01-MAR-15 13:00	1.37	11.02	14.81	285	12.19	8.12	12.19	23.00	21.98	2.15	21.98	44.27
3	HUAU MUDA	132	15062	15062	01-MAR-15 18:10	01-MAR-15 19:15	03-MAR-15 04:30	02-MAR-15 06:20	.00	2.92	9.25	275	29.73	22.80	29.73	12.17	9.25	0.72	9.25	18.03
4	SINAR PANJANG ,JOI	87	1505	1508	03-MAR-15 07:50	03-MAR-15 08:30	03-MAR-15 02:15	03-MAR-15 04:10	2.87	2.58	15.08	340	19.15	16.72	19.15	20.23	17.75	0.81	17.75	74.18
5	MERATUS SPIRIT 1	128.52	1508	1507	01-MAR-15 08:00	01-MAR-15 10:15	03-MAR-15 14:50	03-MAR-15 16:27	4.55	8.88	42.94	1001	20.25	17.72	20.24	58.45	47.79	2.52	47.79	78.07
6	MUSI RIVER	118	1503	1504	03-MAR-15 07:00	03-MAR-15 08:00	04-MAR-15 05:00	04-MAR-15 09:32	1.88	8.70	18.15	281	14.17	10.59	14.17	28.53	19.83	1.39	19.83	89.40
7	TELUK BINTUNI , JOI	115	1512	1514	04-MAR-15 13:30	04-MAR-15 14:00	05-MAR-15 06:17	05-MAR-15 09:15	2.35	5.23	12.17	381	24.58	18.28	24.58	19.75	14.52	1.03	14.52	87.82
8	MADISON JOI	158	1502	1503	03-MAR-15 18:15	04-MAR-15 09:00	06-MAR-15 09:57	06-MAR-15 12:30	26.49	13.30	26.48	457	9.144	8.90	8.83	88.23	52.95	4.69	49.95	39.94
9	MERATUS PALEMBANG ,JOI	117	1503(M)	1504(M)	05-MAR-15 13:15	05-MAR-15 18:00	06-MAR-15 18:55	06-MAR-15 21:00	.22	11.47	19.03	337	17.41	10.81	18.82	31.75	20.28	1.88	19.38	59.94
10	HUAU MUDA	132	1505	1505(M)	06-MAR-15 15:30	06-MAR-15 18:30	07-MAR-15 04:15	07-MAR-15 09:05	.24	8.32	8.48	371	31.12	21.10	40.08	17.58	9.38	1.05	11.92	31.17
11	SINAR PANJANG ,JOI	87	1506	1507	06-MAR-15 23:00	07-MAR-15 01:00	07-MAR-15 14:50	07-MAR-15 16:30	1.58	4.87	11.25	325	25.33	18.57	25.32	17.50	12.83	0.70	12.83	84.25
12	MERATUS TANGGULH 1	118	1503(M)	1504(M)	07-MAR-15 10:48	07-MAR-15 13:30	08-MAR-15 09:08	08-MAR-15 11:30	.09	8.83	17.83	301	10.44	12.18	18.79	24.75	17.92	1.30	25.54	72.04
13	TANTO EXPRESS ,JOI	145	15116	15117	07-MAR-15 18:20	07-MAR-15 20:15	08-MAR-15 17:25	08-MAR-15 19:00	.00	5.71	18.90	451	23.58	18.25	23.50	24.87	18.98	1.81	18.90	78.82
14	MARINA STAR - 1 , JOI	148	1508	1507	05-MAR-15 13:45	05-MAR-15 14:50	09-MAR-15 15:25	09-MAR-15 18:00	.00	8.72	21.83	499	22.18	17.88	22.18	25.25	21.52	1.88	21.83	78.21
15	TELUK BINTUNI , JOI	115	1514	1515	09-MAR-15 02:00	09-MAR-15 02:50	09-MAR-15 19:50	09-MAR-15 23:35	.80	8.88	14.22	408	25.94	19.74	25.94	21.58	14.72	1.12	14.72	85.88
16	ARIADA S2HADA ,JOI	121	1502(M)	1502(M)	09-MAR-15 21:00	09-MAR-15 22:00	10-MAR-15 09:20	10-MAR-15 11:13	.00	4.28	9.95	301	17.97	21.17	30.34	14.22	9.98	0.78	18.75	85.99
17	PERAN PAJAR ,JOI S/KS BO Y	109.8	1507	1508	10-MAR-15 12:10	10-MAR-15 13:00	11-MAR-15 01:07	11-MAR-15 03:05	1.71	2.80	10.33	548	23.58	38.74	45.23	14.92	12.12	0.74	22.95	89.25
18	MERATUS DIU ,JOI	115.18	1505	1506	10-MAR-15 12:10	10-MAR-15 13:00	11-MAR-15 01:30	11-MAR-15 03:25	.00	2.75	12.90	305	24.4	20.00	24.40	15.25	12.50	0.82	12.50	81.97
19	MERATUS ULTIMA 1 ,JOI	107	15128	15128	11-MAR-15 11:00	11-MAR-15 12:05	11-MAR-15 18:10	11-MAR-15 20:00	.00	3.17	8.87	186	22.80	20.87	31.59	9.00	8.83	0.44	5.87	83.00
20	ARIADA PERSADA ,JOI	140	15018	15018	11-MAR-15 12:52	11-MAR-15 12:45	11-MAR-15 22:40	12-MAR-15 02:10	.21	4.74	8.35	343	19.83	25.79	40.09	13.30	8.98	0.84	17.30	82.78
21	SINAR PANJANG ,JOI	87	1507	1505	11-MAR-15 23:00	12-MAR-15 00:00	12-MAR-15 12:40	12-MAR-15 14:35	1.42	3.92	10.25	307	28.31	19.70	28.31	15.88	11.88	0.82	11.87	85.75
22	MUSI RIVER	118	15058		12-MAR-15 20:10	12-MAR-15 20:50	13-MAR-15 03:40	13-MAR-15 06:05	1.00	3.05	8.80	278	20.31	27.83	40.39	9.92	8.94	0.82	12.59	58.49

PERIODE 01-Mar-2015 S/D 31-Mar-2015

[illegible]

LAPORAN REKAP KINERJA TERMINAL NILAM SERBAGUNA

PERIODE 01-Mar-2015 S/D 31-Mar-2015

44	SINAR JEPARA	119	15092 /15092	24-MAR-15 07:00	24-MAR-15 08:00	24-MAR-15 12:30	24-MAR-15 15:00	.00	4.34	3.88	241	32.55	30.12	65.19	0.00	3.88	0.43	7.33	45.75
45	PEKAN FAJAR JOM SRS BO Y	109.2	1509 /1510	24-MAR-15 18:00	24-MAR-15 19:10	25-MAR-15 00:30	25-MAR-15 02:00	.40	2.67	4.77	241	23.33	30.12	45.19	0.00	5.33	0.40	10.33	59.63
46	TELUK BINTUNI , KUI	115	1511 /1510	24-MAR-15 10:25	24-MAR-15 10:35	25-MAR-15 01:10	25-MAR-15 03:10	.00	3.59	12.30	453	34.33	28.52	34.33	17.05	13.19	0.59	12.20	77.27
47	MERATUS BATAM KUI	140	1508 /1507	25-MAR-15 08:17	25-MAR-15 09:30	25-MAR-15 17:30	25-MAR-15 21:30	.05	5.50	7.34	237	17.31	19.45	34.84	12.22	7.42	0.53	14.55	55.54
48	HUAL SELTA JOM	137	15048 /15048	25-MAR-15 15:30	25-MAR-15 16:00	26-MAR-15 05:45	26-MAR-15 08:00	.00	4.13	12.37	311	25.14	15.55	25.14	16.50	12.37	0.55	12.37	74.97
49	SINAR PANJANG KUI	87	1510 /1511	26-MAR-15 21:05	27-MAR-15 00:00	27-MAR-15 15:10	27-MAR-15 18:30	.17	7.25	12.00	252	23.25	14.55	23.25	19.42	12.17	0.15	12.17	61.50
50	ORIENTAL RUBY JOM	177	1504 /1505	25-MAR-15 23:30	26-MAR-15 00:00	27-MAR-15 16:00	27-MAR-15 18:00	2.87	6.16	33.07	335	12.12	19.45	23.17	42.50	35.14	3.38	65.09	77.51
51	MARINA STAR - 1 KUI	145	1505 /1509	27-MAR-15 19:15	27-MAR-15 20:00	28-MAR-15 05:15	28-MAR-15 08:10	.29	3.52	5.01	397	23.92	30.14	42.67	12.92	9.09	0.56	16.60	62.01
52	MERATUS KENDARA - 1 KUI	121	15056 /15056	27-MAR-15 22:00	27-MAR-15 23:30	28-MAR-15 13:30	28-MAR-15 15:15	.54	5.00	11.71	299	24.41	17.33	24.41	17.25	12.25	0.94	12.25	67.55
53	MERATUS SPIRIT 1	135.53	15076 /15076	28-MAR-15 10:45	28-MAR-15 11:20	28-MAR-15 20:00	28-MAR-15 22:00	.00	3.54	6.40	349	27.29	21.02	47.12	11.25	7.41	0.10	12.19	56.55
54	TANTO EXPRESS JOM	145	15115 /15115	28-MAR-15 18:15	28-MAR-15 19:00	29-MAR-15 15:10	29-MAR-15 21:00	3.00	6.25	17.47	451	22.03	16.56	22.04	26.15	20.47	1.74	20.47	65.31
55	ARWANA PAPUA JOM	141	1503 /1504	29-MAR-15 00:30	29-MAR-15 01:30	30-MAR-15 03:30	30-MAR-15 04:15	.09	5.22	22.07	1053	23.18	37.25	45.14	27.15	22.52	1.16	44.31	75.53
56	TELUK BINTUNI KUI	115	1515 /1519	30-MAR-15 00:30	30-MAR-15 01:45	30-MAR-15 10:50	30-MAR-15 12:30	.00	4.55	6.62	400	30.19	33.33	53.67	12.00	7.45	0.63	13.25	55.17
57	PRATIWI SATU KUI	92	1501 /1501	30-MAR-15 09:55	30-MAR-15 10:45	30-MAR-15 22:10	30-MAR-15 23:10	.05	3.56	9.64	234	24.15	17.66	24.16	13.25	9.59	0.56	9.59	72.15
58	MERATUS BARTO KUI	107	1513 /1514	30-MAR-15 14:30	30-MAR-15 16:10	31-MAR-15 04:12	31-MAR-15 09:55	.00	7.35	12.03	294	24.44	15.14	24.43	19.42	12.04	0.94	12.03	61.96
59	MERATUS SPIRIT 1	135.53	15100 /15100	31-MAR-15 02:40	31-MAR-15 03:10	31-MAR-15 15:30	31-MAR-15 18:00	.55	5.97	5.09	345	19.40	22.10	35.63	15.23	9.16	0.95	17.94	52.16

JRCCL Jember Jam Rekapkinerja CC

AVERAGE IDLE	1.35	TOTALBOX	23540	AVERAGE BWT	14.59	AVERAGE BCH	23.28
AVERAGE NOT	5.53	TOTAL BT	1186.52	AVERAGE BSH ORD	21.46	ET,ET	64.48
AVERAGE ET	12.97	AVERAGE BT	20.11	AVERAGE BSH NET	31.11	TOTAL BOR	68.71
						BTP	74.00

**LAPORAN REKAP KINERJA
TERMINAL NILAM SERBAGUNA**

PERIODE 01-Sep-2015 S/D 30-Sep-2015

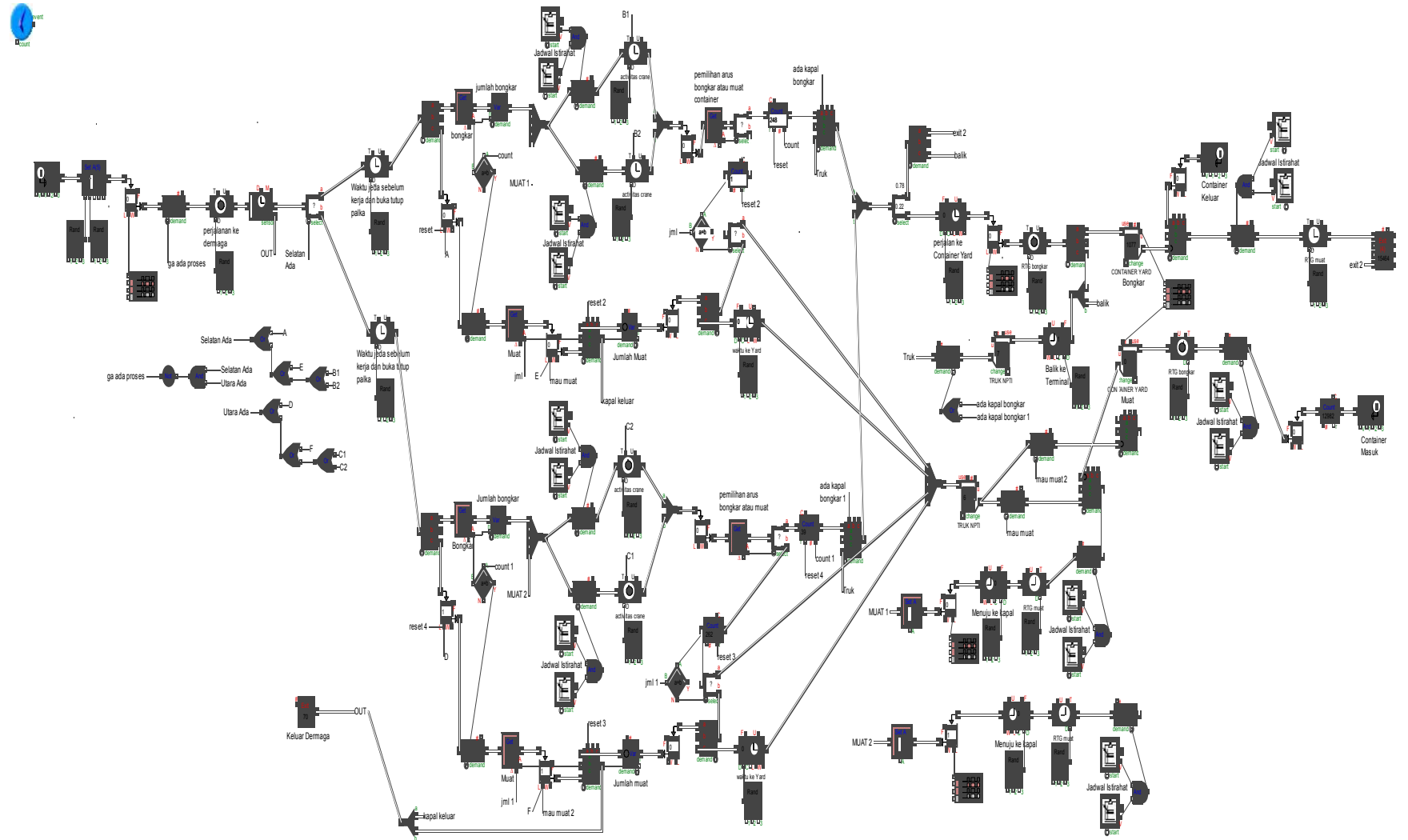
No	VEHICLE	LOA	VOY	BERTHING	START WORK	END WORK	DEPARTURE	IDLE	NOT	ET	TOT BOX	SSH	SSH GROSS	SSH NET	ET	SWT	SCR	JPOC	ET/ET
1	SINAR JAMBI , KVI	55.01	15320	01-SEP-15 05:35	01-SEP-15 06:15	01-SEP-15 17:00	01-SEP-15 18:15	.00	2.92	9.75	264	27.05	20.54	27.05	12.87	9.75	0.52	9.75	76.97
	/1532A																		
2	MARINA STAR - I , KVI	145	1521 /1522	20-AUG-15 22:20	21-AUG-15 00:00	01-SEP-15 17:35	01-SEP-15 19:15	.00	5.78	26.15	900	22.59	20.49	22.59	43.92	26.15	2.02	26.15	88.87
3	MERATUS KENDARI - I , KVI	121	1515 /1516	01-SEP-15 21:30	02-SEP-15 00:00	02-SEP-15 20:30	02-SEP-15 23:27	2.33	5.23	14.89	305	17.59	11.87	17.35	25.95	17.72	1.47	17.22	97.35
4	ORIENTAL SAMUDRA , KVI	125	1511 /1512	02-SEP-15 04:00	02-SEP-15 04:30	02-SEP-15 21:20	02-SEP-15 23:30	.55	7.45	25.45	735	20.45	16.97	20.45	43.50	25.04	2.80	25.04	81.52
5	MERATUS SPIRIT I	135.52	1524 /1525	02-SEP-15 14:20	02-SEP-15 15:00	02-SEP-15 04:30	02-SEP-15 06:15	4.87	6.14	22.11	1005	15.14	25.25	25.94	29.92	22.75	2.57	22.57	72.92
6	PAHALA , KVI	95	1420 /1421	02-SEP-15 22:30	02-SEP-15 01:00	02-SEP-15 15:45	02-SEP-15 21:05	.00	6.71	14.54	385	25.17	17.22	25.17	21.25	14.54	0.95	14.54	85.42
7	TANTO SAYANG , KVI	118	1501 /1502	04-SEP-15 22:00	02-SEP-15 01:00	07-SEP-15 01:10	07-SEP-15 03:00	22.09	5.43	22.45	514	15.70	10.82	12.55	52.00	44.57	2.55	26.57	42.42
8	SINAR JAMBI , KVI	55.01	1533 /1534	05-SEP-15 22:35	07-SEP-15 01:15	07-SEP-15 12:00	07-SEP-15 14:45	.00	4.42	10.75	343	21.91	22.82	21.91	15.17	10.75	0.82	10.75	70.55
9	MATARAM EXPRESS	95.25	1520 /1521	07-SEP-15 17:20	07-SEP-15 18:00	05-SEP-15 17:00	05-SEP-15 19:45	1.12	4.59	20.71	297	15.19	15.03	15.19	26.42	21.53	1.23	21.53	75.40
10	MARINA STAR - I , KVI	145	1522 /1523	07-SEP-15 12:00	07-SEP-15 12:40	09-SEP-15 10:02	09-SEP-15 12:25	.50	6.94	29.97	1037	25.82	21.87	25.82	47.42	40.45	2.25	40.47	94.30
11	ARIJADA PURWANA , KVI	141	1509 /1510	09-SEP-15 00:15	09-SEP-15 01:15	09-SEP-15 22:30	10-SEP-15 03:35	3.25	9.51	14.27	495	25.25	15.11	25.25	27.32	17.52	1.79	17.52	52.21
12	PEKAN FAJAR , KVI SRS 80 Y	109.5	1529 /1530	09-SEP-15 15:55	09-SEP-15 16:35	10-SEP-15 12:00	10-SEP-15 15:55	.00	4.55	15.42	509	25.21	21.21	25.21	24.00	15.42	1.24	15.42	80.92
13	TANTO LESTARI , KVI	125	1501 /1502	10-SEP-15 06:20	10-SEP-15 06:00	11-SEP-15 06:20	11-SEP-15 09:05	.50	6.22	19.72	454	22.81	17.35	22.81	26.75	20.52	1.55	20.52	72.72
14	MERATUS SPIRIT I	135.52	1525 /1526	10-SEP-15 19:15	10-SEP-15 19:55	12-SEP-15 01:15	12-SEP-15 02:45	1.30	6.02	24.27	505	20.67	25.85	21.71	21.50	25.45	2.02	25.09	77.05
15	SINAR JAMBI , KVI	55.01	1534B /1534B	12-SEP-15 07:35	12-SEP-15 08:21	12-SEP-15 16:50	12-SEP-15 17:23	.00	1.22	5.45	170	20.05	17.35	20.04	9.50	5.45	0.40	5.45	55.53
16	LUCON , KVI	157	1509 /1510	12-SEP-15 22:30	12-SEP-15 00:00	12-SEP-15 15:10	13-SEP-15 20:25	.00	7.59	12.02	340	25.09	16.25	25.10	20.92	12.02	1.52	12.02	82.25
17	MERATUS KENDARI - I , KVI	121	1515 /1517	12-SEP-15 10:15	12-SEP-15 11:00	12-SEP-15 19:30	13-SEP-15 22:00	1.17	6.02	25.55	631	21.22	17.85	21.22	25.75	25.72	2.02	25.72	79.59
18	BAU SAKUR , KVI	97	1515 /1516	12-SEP-15 21:45	12-SEP-15 22:15	14-SEP-15 03:45	14-SEP-15 10:40	.05	5.25	4.55	142	20.47	10.99	20.47	12.92	4.55	0.59	4.55	35.45
19	TANTO SAKTI I , KVI	125	1500 /1501	14-SEP-15 20:30	14-SEP-15 21:15	15-SEP-15 11:30	15-SEP-15 13:55	.00	4.42	12.00	412	21.77	22.89	21.77	17.43	12.00	1.02	12.00	74.97
20	KVI SELU BARU	120	1530 /1531	14-SEP-15 08:10	14-SEP-15 08:50	15-SEP-15 09:50	15-SEP-15 15:15	.00	9.59	21.49	594	27.84	19.11	27.84	21.05	21.49	1.74	21.49	82.14
21	SINAR JAMBI , KVI	55.01	1534W /1535W	15-SEP-15 15:00	15-SEP-15 16:00	15-SEP-15 22:50	16-SEP-15 00:09	.17	2.22	6.65	181	22.57	17.80	22.56	9.15	6.53	0.37	6.53	72.79
22	MATARAM EXPRESS	95.25	1521 /1522	16-SEP-15 09:22	16-SEP-15 09:00	17-SEP-15 02:00	17-SEP-15 05:25	.25	6.55	15.75	481	27.12	19.30	27.12	22.55	17.00	1.11	17.00	70.12

LAPORAN REKAP KINERJA
TERMINAL NILAM SERBAGUNA
PERIODE 01-Sep-2015 S/D 30-Sep-2015

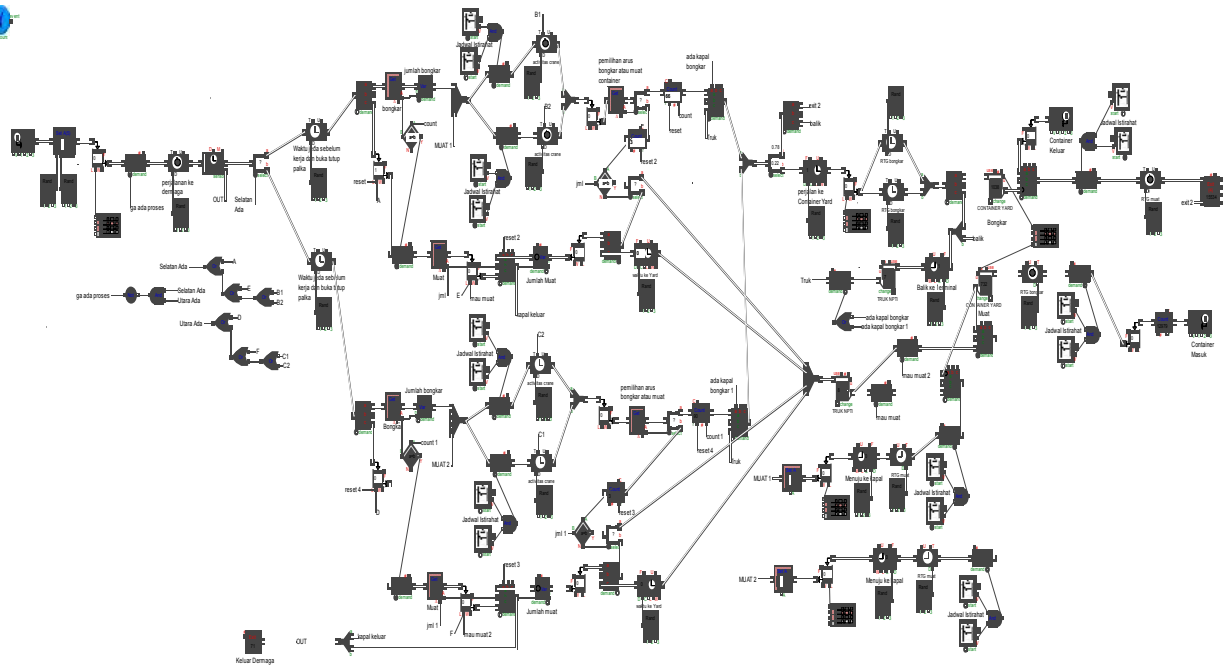
23	MARINA STAR - 1, KVI	148	1523 /1524	15-SEP-15 18:25	15-SEP-15 19:00	17-SEP-15 14:05	17-SEP-15 16:30	.58	7.12	35.35	955	24.51	20.72	24.51	45.05	35.95	3.17	35.95	53.25
24	TELUK BERAU, KVI	115	1525 /1526	17-SEP-15 14:15	17-SEP-15 16:00	18-SEP-15 02:05	18-SEP-15 04:10	.25	5.42	5.34	258	30.15	18.40	30.14	13.92	5.50	0.75	5.49	59.21
25	KANNON BARU BK KANNON	97	1522 /1523	17-SEP-15 20:20	17-SEP-15 20:50	18-SEP-15 14:05	18-SEP-15 18:10	.00	5.41	13.42	321	23.92	14.70	23.92	21.53	12.42	1.00	12.42	61.47
26	MERATUS KAMPAR, KVI	120	1520 /1521	18-SEP-15 07:02	18-SEP-15 08:00	19-SEP-15 01:25	19-SEP-15 07:05	.87	10.06	13.32	445	32.02	18.63	32.03	24.05	13.99	1.35	13.99	55.35
27	TANTO DAWAI, KVI	127	1501 /1502	19-SEP-15 09:30	19-SEP-15 10:00	20-SEP-15 05:00	20-SEP-15 09:00	.00	6.19	17.31	405	23.57	17.36	23.57	23.50	17.31	1.39	17.31	73.65
28	MERATUS SPIRIT 1	135.52	1528 /1527	18-SEP-15 19:40	18-SEP-15 20:20	20-SEP-15 13:00	20-SEP-15 15:12	.00	7.80	35.74	543	23.59	19.38	23.59	43.53	35.73	2.81	35.74	52.10
29	ARMADA PERMATA, KVI	129	1517 /1518	20-SEP-15 10:55	20-SEP-15 11:30	20-SEP-15 21:25	20-SEP-15 23:08	.20	3.59	5.12	154	22.12	15.06	22.11	12.22	5.33	0.74	5.32	65.47
30	SINAR JAMBI, KVI	88.01	1525 /1526	21-SEP-15 02:05	21-SEP-15 04:30	21-SEP-15 20:45	21-SEP-15 20:55	.17	2.55	15.05	402	26.36	22.54	26.36	17.53	15.25	0.73	15.25	54.55
31	VERIZON, KVI	148	1503 /1504	20-SEP-15 19:00	20-SEP-15 19:30	22-SEP-15 17:21	22-SEP-15 23:55	1.67	10.33	40.72	1127	20.05	21.30	25.59	52.92	42.39	3.59	55.12	75.25
32	TELUK BERAU, KVI	115	1526 /1527	22-SEP-15 15:25	22-SEP-15 16:00	23-SEP-15 16:40	23-SEP-15 18:30	4.82	5.03	17.27	513	23.44	15.06	23.44	25.92	21.59	1.45	21.59	54.15
33	MARINA STAR - 1, KVI	148	1524 /1525	23-SEP-15 02:40	23-SEP-15 05:00	24-SEP-15 21:00	24-SEP-15 23:05	.00	14.55	25.37	1034	22.02	22.52	25.52	43.42	25.57	2.95	45.95	65.34
34	FORTUNE, KVI	95	1527 /1525	25-SEP-15 17:55	25-SEP-15 19:00	26-SEP-15 05:30	26-SEP-15 07:00	.42	3.33	9.33	131	13.44	10.01	13.44	13.05	9.75	0.59	9.75	71.31
35	MERATUS SPIRIT 1	135.52	1527 /1526	26-SEP-15 09:05	26-SEP-15 10:15	27-SEP-15 10:30	27-SEP-15 11:12	4.02	4.80	17.30	470	13.15	15.00	22.05	25.12	21.32	1.55	33.55	65.24
36	SINAR JAMBI, KVI	88.01	1528 /1527	28-SEP-15 05:00	28-SEP-15 05:00	28-SEP-15 20:00	28-SEP-15 21:29	.00	4.45	12.00	345	25.75	20.93	25.75	16.45	12.00	0.67	12.00	72.50
37	MERATUS SPIRIT 1	135.52	1527M /1528M	29-SEP-15 00:15	29-SEP-15 00:21	30-SEP-15 01:45	30-SEP-15 02:27	5.97	2.65	14.25	417	5.952	15.92	17.73	25.20	23.52	1.69	45.53	54.54
38	TELUK BERAU, KVI	115	1527 /1526	30-SEP-15 10:00	30-SEP-15 10:25	30-SEP-15 22:30	30-SEP-15 23:55	.06	2.84	10.45	520	24.71	27.27	45.11	13.92	11.25	0.75	21.04	75.15

JBCC-JUBAH Jam BXXXXXXXXX CC

AVERAGE IDLE	1.58	TOTALBOX	19497	AVERAGE BWT	20.72	AVERAGE BCH	23.35
AVERAGE NOT	5.17	TOTAL BT	1021.73	AVERAGE BSH GROSS	15.96	ETJRT	71.00
AVERAGE ET	19.09	AVERAGE BT	26.39	AVERAGE BSH NET	25.50	TOTAL BOR	59.86
						BTP	61.00

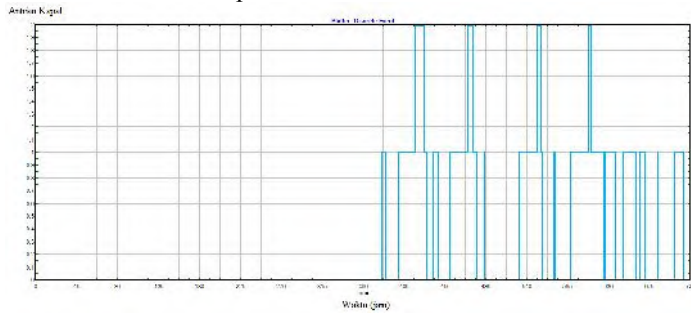


Gambar Simulasi Penambahan 1Unit *Container Crane* (CC)

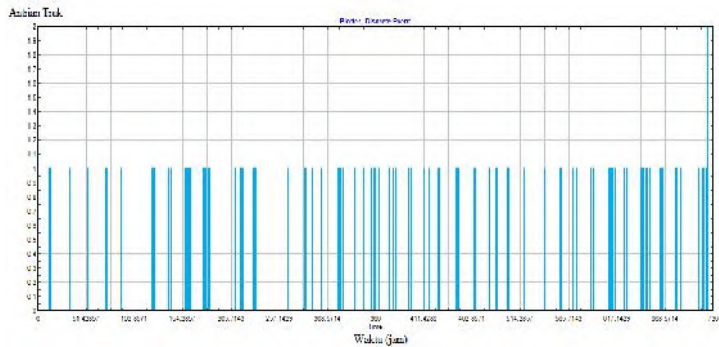


Gambar Simulasi Penambahan 1 Unit *Rubber Tyred Gantry* (RTG)

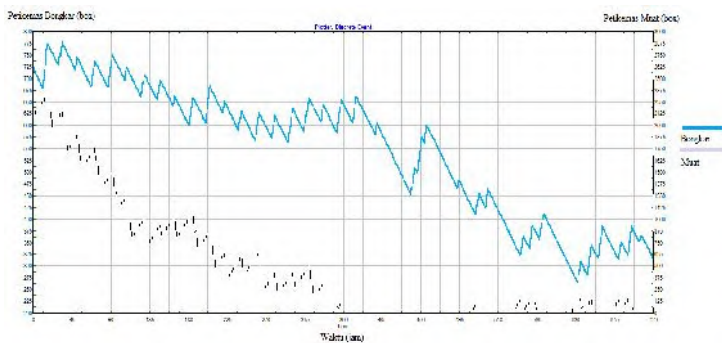
Hasil Referensi Bulan September



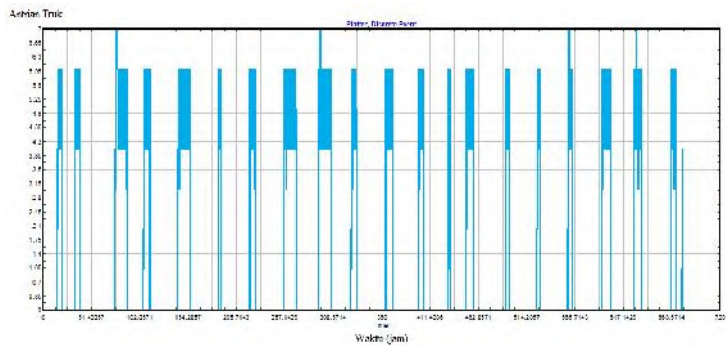
Gambar Grafik antrian kapal dan waktu tunggu pada model referensi



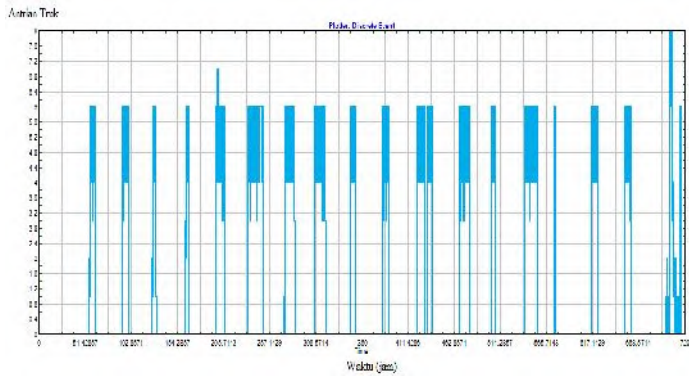
Gambar Grafik antrian truk dan waktu tunggu di yard pada model referensi



Gambar Grafik penggunaan yard pada model referensi



Gambar Grafik antrian truk dan waktu tunggu di dermaga sisi selatan pada model referensi



Gambar Grafik antrian truk dan waktu tunggu di dermaga sisi Utara pada model referensi

Antrian Kapal		Antrian Truk di Container Yard	
Ave. length:	0.196598923683	Ave. length:	0.006400603192
Ave. wait:	2.195783475448	Ave. wait:	0.001514454495
Max. length:	2	Max. length:	3
Max. wait:	17.56004510501	Max. wait:	0.049522074231

Antrian Truk di Dermaga sisi Selatan		Antrian Truk di Dermaga sisi Utara	
Ave. length:	0.015355936691	Ave. length:	0.7438563073
Ave. wait:	0.001338850505	Ave. wait:	0.105577784346
Max. length:	2	Max. length:	7
Max. wait:	1.973702001121	Max. wait:	1.134212750652

Gambar Tampilan Output Pada Simulasi Model Referensi Bulan Maret

Antrian Kapal		Antrian Truk di Container Yard	
Ave. length:	0.281579355017	Ave. length:	0.002520197417
Ave. wait:	5.335187779261	Ave. wait:	0.00079237648
Max. length:	2	Max. length:	2
Max. wait:	28.26965887548	Max. wait:	0.02348327791

Antrian Truk di Dermaga sisi Selatan		Antrian Truk di Dermaga sisi Utara	
Ave. length:	0.335928649357	Ave. length:	0.056817064873
Ave. wait:	0.024637733273	Ave. wait:	0.020023635197
Max. length:	13	Max. length:	13
Max. wait:	3.00244225971	Max. wait:	1.953649419494

Gambar Tampilan Output Pada Simulasi Model Referensi Bulan September

Antrian Kapal		Antrian Truk di Container Yard	
Ave. length:	0.840398578632	Ave. length:	0.007746878341
Ave. wait:	7.899811255289	Ave. wait:	0.001759543346
Max. length:	4	Max. length:	3
Max. wait:	29.46110109283	Max. wait:	0.042791571333

Antrian Truk di Dermaga sisi Selatan		Antrian Truk di Dermaga sisi Utara	
Ave. length:	0.038439796292	Ave. length:	0.65076558879
Ave. wait:	0.003194811651	Ave. wait:	0.105174236572
Max. length:	7	Max. length:	8
Max. wait:	1.983886390492	Max. wait:	1.119261808259

Gambar Tampilan Output Pada Simulasi setelah penambahan produksi 20%

Antrian Kapal		Antrian Truk di Container Yard	
Ave. length:	0.016189848371	Ave. length:	0.013007586882
Ave. wait:	0.159600696250	Ave. wait:	0.002802809045
Max. length:	1	Max. length:	3
Max. wait:	1.981040179692	Max. wait:	0.045263050619

Antrian Truk di Dermaga sisi Selatan		Antrian Truk di Dermaga sisi Utara	
Ave. length:	0.031235662678	Ave. length:	0.016645044014
Ave. wait:	0.002036755958	Ave. wait:	0.001684360971
Max. length:	3	Max. length:	2
Max. wait:	0.999177179973	Max. wait:	1.997084934330

Gambar Tampilan Output Pada Simulasi Model Alternatif Penambahan 1 unit *Container Crane* (CC)

Antrian Kapal		Antrian Truk di Container Yard	
Ave. length:	0.005102626356	Ave. length:	0.000135974843
Ave. wait:	0.005032727365	Ave. wait:	2.8148904e-05
Max. length:	1	Max. length:	2
Max. wait:	1.856944444444	Max. wait:	0.007597277514

Antrian Truk di Dermaga sisi Selatan		Antrian Truk di Dermaga sisi Utara	
Ave. length:	0.022619266134	Ave. length:	0.019069016611
Ave. wait:	0.002326548987	Ave. wait:	0.001961104408
Max. length:	3	Max. length:	3
Max. wait:	0.999665566101	Max. wait:	1.984380573788

Gambar Tampilan Output Pada Simulasi Model Alternatif Penambahan
1 unit *Rubber Tyred Gantry (RTG)*



BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dalam pengerjaan simulasi bongkar muat pelabuhan di Tugas Akhir ini, dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu :

1. Dari hasil ranning model referensi yang dibuat didapat problem berupa antrian kapal yang sering terjadi dengan jumlah antrian 1, 2 dan 3 kapal
2. Solusi alternatif dalam meningkatkan pelayanan bongkar muat adalah dengan menurunkan nilai *Berth Time* (BT). Salah satu cara untuk menurunkan *Berth Time* (BT) adalah dengan menambah unit *Container Crane* (CC) dan *Rubber Tyred Gantry* (RTG) untuk mempercepat proses bongkar muat.
3. Penambahan unit *Container Crane* (CC) dan *Rubber Tyred Gantry* (RTG) dapat menurunkan nilai *waiting time* dan mengurangi antrian kapal.

Model	Length		Waiting Time	
	Average	Max	Average	Max
Referensi	0.17569	3	1.92638	20.94224
Referensi + 20%	1.17998	5	11.18079	39.91391
Penamabahn CC	0.01602	1	0.15806	3.35751
Penambahan RTG	0.00441	1	0.04356	1.89533

4. Dengan menambah luas area *Container Yard* pada dermaga yang ada dan menambah alat bongkar muat, dapat mengurangi antrian dan *waiting time* yang terjadi serta dapat menampung lebih banyak petikemas.

5.2. Saran

Berdasarkan kesimpulan yang diperoleh, disarankan beberapa hal kepada pihak operator dalam hal ini PT. Pelindo III Cabang Tanjung



perak untuk meningkatkan pelayanan kapal dan petikemas di Terminal Nilam Timur sebagai berikut :

1. Penambahan alat-alat produksi sesuai kebutuhan dan meningkatkan kecepatan alat-alat produksi, sehingga *Berth Time* (BT) sesuai yang telah ditetapkan oleh PPSA.
2. Manajemen pemeliharaan alat-alat produksi secara teratur sehingga *idle time* menjadi turun dan *Berth Time* (BT) juga akan turun.
3. Mengatur waktu kedatangan petikemas dari luar agar lebih cepat dari waktu yang ditentukan sebelumnya, sehingga tidak terjadi keterlambatan yang akan menyebabkan kapal menunggu muatan.



DAFTAR PUSTAKA

- Chung, Christoper A. (2004). **Simulation Modelling Handbook, A Practical Approach**. CRC Press.
- Kelton, W.D and Averill M.Law. (2000). **Simulation Modelling and Analysis**. Departement of Quantitative Analysis and Operation Management, University of Cincinnati, Cincinnati.
- Sargent, Robert W. (1998). *Verification and validation of simulation models*. **Proceedings of the 1998 Winter Simulation Conference**.
- Sokolowski, John A. And Catherine M. Banks. (2010). **Modelling and Simulation Fundamentals, Theoretical Underpinnings and Practical Domains**. John Wiley & Sons, Inc.
- Chuanyu Chen (2006) “**Simulation and Optimization of Container Yard Operations: A survey**”, Singapore.
- Shell Ying, H., Rong Ye., and Stuti, N. (2010). “*Capacity Analysis of Container Terminals Using Simulation Techniques* “. School of Computer Engineering Nanyang Technological University, Singapore
- Sabila Fatimah. 2012. “Meningkatkan Kinerja Pelayanan Bongkar Muat Dengan Penambahan Kapasitas Dermaga Melalui Metode Simulasi (Studi Kasus PT Berlian Jasa Terminal Indonesia)”, Surabaya.

TENTANG PENULIS



Kasman Batubara, lahir di Dusun Ampung Padang, Desa Banjarmaga, Sumatera Utara pada tanggal 20 Nopember 1990, merupakan anak ke dua dari Sembilan bersaudara dari pasangan Kasmir Batubara dan Ratna Rangkuti. Penulis memulai pendidikan di SDN 1 Manisak, Kec. Ranto, SMP Negeri 1 Ranto Baek, SMK Negeri 2 Padang Sidempuan. Setelah lulus SMK, dan Program D3 di Universitas Negeri Padang, penulis memutuskan untuk melanjutkan belajar di Program S1 Teknik Mesin ITS Surabaya.

Semasa kuliah di D3 dan S1, penulis aktif dalam berbagai kegiatan organisasi kemahasiswaan. Pada tahun 2010, penulis menjadi pengurus di Himpunan Mahasiswa Mesin (HMM). Penulis juga pernah menjadi Staf Ahli Database Kemahasiswaan di HMM. Selain keanggotaan dalam organisasi kemahasiswaan, penulis juga aktif di berbagai kepanitiaan kegiatan kemahasiswaan.

Penulis yang mempunyai hobi bermain Futsal dan membaca ini dapat dihubungi melalui email: kasman.k4jo@gmail.com.

[Halaman ini sengaja dikosongkan]